

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Bakalářský studijní program: strojírenství

Zaměření: řízení výroby

Optimalizace měření na pracovištích technické kontroly pro výrobu převodovky MQ 200

Optimizing of measurement on the workplace of engineering controls for the production of MQ 200 gearbox

KOM - 1160

Houser Jan

Vedoucí práce: Doc. Ing. Karel Dušák, CSc.

Konzultant: Ing. Jiří Paldus, Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav

Počet stran: 44

Počet příloh

a tabulek: 11

Počet obrázků: 25

Počet modelů

nebo jiných příloh: 0

12. 12. 2011

OPTIMALIZACE MĚŘENÍ NA PRACOVÍŠTÍCH TECHNICKÉ KONTROLY PRO VÝROBU PŘEVODOVKY MQ 200

ANOTACE:

Bakalářská práce se zabývá prováděnými měřeními útvarem technické kontroly v závodu VA ve Škoda Auto, konkrétně její částí ve výrobě převodovky MQ200. Popisuje současný stav a předpokládaný vývoj ve firmě, detailněji analyzuje činnosti měrového střediska technické kontroly ozubení a tok odbytu měřených dílů na měrovém středisku. Cíleně analyzuje možné návrhy k zrovnoměnění časové vytíženosti měrového střediska a na závěr popisuje možnost realizace a nasazení nejvýhodnějšího návrhu.

Klíčová slova: PŘEVODOVKA, DÍLY PŘEVODOVKY, MĚŘENÍ

OPTIMIZING OF MEASUREMENT ON THE WORKPLACE OF ENGINEERING CONTROLS FOR THE PRODUCTION OF MQ 200 GEARBOX

ANNOTATION:

This thesis deals with the measurements, which are carried out by technical inspection at the VA plant in Skoda Auto, namely its part of the MQ200 gearbox production. It describes the current status and future trends in the company, analyzing in detail the activities of technical inspection of transmission gearing and the flow of measured parts in measuring center. It analyzes possible design for balancing the workload time of measuring center and finally describes the feasibility of the most suitable proposal.

Keywords: GEARBOX, GEAR SYSTEM PARTS, MEASUREMENT

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2012

Archivní označ. zprávy:

Počet stran:	44
Počet příloh:	7
Počet obrázků:	20
Počet tabulek:	4
Počet diagramů:	5



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení:	Jan H O U S E R
Studijní program	: B2341 Strojírenství
Obor	: 2301R030 Výrobní systémy
Zaměření	: Řízení výroby

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

Optimalizace měření na pracovištích technické kontroly pro výrobu převodovky MQ200 ve firmě ŠKODA - AUTO a.s. Mladá Boleslav

Zásady pro vypracování :
(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Úvod (charakteristika firmy ŠKODA - AUTO, útvarů výroby agregátů převodovky a technické kontroly).
2. Popis současného stavu měrových středisek a časová studie kontrolních měření.
3. Časová analýza prováděných měření na měrových střediscích.
4. Návrh časové optimalizace měření za účelem dosažení rovnoměrného vytížení měrových středisek.
5. Závěr (shrnutí dosažených výsledků a vyvození závěru a doporučení na zlepšení).

Forma zpracování bakalářské práce:

- průvodní zpráva : cca 30 stran textu
- grafické práce : obrázky, tabulky a grafy - dle potřeby

Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu) :

1. www.qtest.cz - měřicí a přístrojová technika.
2. Chundela, L. *Ergonomie*. vyd. ČVUT Praha 2001. 171 s. ISBN 80-01-02301.
3. Preclík, V. *Průmyslová logistika*. vyd. Praha: ČVUT 2000. 116 s. ISBN 80-01-02139-4.
4. Král, M. *Metody a techniky užité v ergonomii*. vyd. NIVOS-BP Praha 2001, 154 s. ISBN -.
5. *Podnikové dokumentace a podklady* .(Katalog ergonomie ŠKODA a.s. 1994).

Vedoucí bakalářské práce:

Doc. Ing. Karel Dušák

Konzultant bakalářské práce:

Ing. Jiří Paldus - koordinátor TK
ozubení, ŠKODA - AUTO a.s.

Doc. Ing. Jan Jersák, CSc.
vedoucí katedry



Doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.
děkan

V Liberci, dne 01. 03. 2011

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom po-vinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: 12. 12. 2011



Podpis

Poděkování

Úvodem bych chtěl poděkovat vedoucímu své bakalářské práce panu Doc. Ing. Karlu Dušákovi, CSc. Dále děkuji firmě Škoda Auto a.s. za možnost vypracování této bakalářské práce, zejména pak svému konzultantovi panu Ing. Jiřímu Paldusovi a Ing. Karlovi Tláškovi za přípravu, cenné rady a věnovaný čas při vypracovávání této práce. Mé poděkování především patří mým rodičům za péči a finanční podporu během

Obsah

1. Úvod	7
2. Škoda Auto a.s.	8
2.1 Historie ve zkratce	8
2.2 Současnost	8
2.3 Škoda Auto a.s. ČR v číslech	9
2.4 Budoucnost	9
3. Výroba agregátů	10
3.1 VAM – Výroba motorů	11
3.2 VAN – Výroba náprav	11
3.3 VAP – Výroba převodovky	11
3.4 Hutní provoz	12
4. Výroba převodovek	13
4.1 Převodovka MQ200	14
4.1.1 Technické parametry	14
4.1.2 Princip a funkce	15
4.1.3 Díly převodovky MQ200	16
4.2 Úsek haly M2 – Výroba Agregátu Převodovka	18
4.3 Výrobní NS ve VAP - MQ200	19
5. Technická kontrola výroby převodovek	23
6. MS – TK	24
6.1 Činnosti měření na MS - TK	25
6.2 Měřené rozměry a parametry	26
6.3 Technické vybavení MS - TK	27
7. Současný stav	29
8. Návrh na optimalizaci	32
8.1 Varianta I. – Navýšení počtu pracovníků MS na 3 v jedné směně	33
8.2 Varianta II. – Záměna použití měřicích přístrojů pro určité díly	34
8.3 Varianta III. – Přesné časové rozvržení	36
9. Vyhodnocení a výběr varianty	38
9.1 Výběr nejvhodnější varianty	38
9.1.1 Co je to vlastně QFD	38
9.1.2 Postup a výsledky aplikace metody QFD	39
9.2 Vyhodnocení	39
9.3 Detailní rozvrh měření	40
10. Závěr	42
11. Seznam použité literatury	43
12. Seznam příloh	44

Seznam použitých zkratk a symbolů

A	Nižší střední třída osobních automobilů (Škoda Octavia)
A0	Nižší třída osobních automobilů (Škoda Fabia, Roomster)
APQP	Plánování kvality
CKD	Expedice rozložených vozů
HKR	Hnané kolo rozvodovky
IO	z německého jazyka – in Ordnung – v pořádku
KMS	Kontrolní měrové středisko (měření ozubení)
KPO	Kontrolní předpis operace
M1, M2, M6, H1, H2, H3	Označení haly
MQ 200	typ převodovky – Manuell (manuální), Quer (příčné uložení), 200 – kroutící moment
MS	Měrové středisko
NIO	z německého jazyka – nicht in Ordnung – není v pořádku
NM	Náhradní měření
NS	Nákladové středisko
QFD	Rozpracování funkcí kvality
R3	Počet válců motoru 3
Rad	Kolo
Schaltrad	Řazené kolo
TK	Technická kontrola
TP	Technologický předpis
TRK	Technický referent kvality
VA	Výroba agregátů
VAD	Výroba agregátů – projekt DQ200
VAH	Výroba agregátů – hutní provozy (slévárna šedé litiny, hliníku a kovárna)
VAL	Výroba agregátů – logistika
VAM	Výroba agregátů – motory
VAN	Výroba agregátů – nápravy
VAP	Výroba agregátů – převodovky
VAR	Výroba agregátů – nové projekty
VAT	Výroba agregátů – technický servis

1. ÚVOD

Tuto bakalářskou práci jsem vypracoval ve firmě ŠKODA AUTO a.s. na základě absolvování dlouhodobé praxe. Zabývám se optimalizací měření v útvaru technické kontroly měrového střediska dílů převodovky MQ200. To znamená, že cílem mé práce je optimalizování chodu měřených dílů na měrovém středisku technické kontroly dílů převodovky, aby nevznikalo hromadění dílů a časové prostoje.

Mým úkolem tak bylo, seznámit se s tokem výroby jednotlivých dílů převodovky a následně se zabývat kontrolními činnostmi měrového střediska – dílů převodovky (MS), kde největší podíl v kontrolních činnostech zaujímá měření dílů. Na základě zaznamenávání časů jednotlivých měření, sledování četností a výsledků měření jsem provedl vyhodnocení a následnou optimalizaci.

Úvodem bych představil firmu Škoda Auto a.s., jak její historii tak i budoucí vizi, a přes přehled vyráběných agregátů ve Škoda Auto a.s. bych přešel k samotné výrobě převodovek. Konkrétně pak k typu převodovky MQ200, kde Vás seznámím s její charakteristikou, funkcí a důležitými parametry. Dále popisuji jednotlivé díly převodovky MQ200 a nákladová střediska, kde se vyrábějí včetně výrobních postupů.

Následuje nejdůležitější část této bakalářské práce a to kapitoly o technické kontrole výroby převodovky MQ200. Seznámím Vás s charakteristikou a činnostmi pracovníků TK a poté se budu podrobněji zabývat kontrolními činnostmi měrového střediska MQ200 v hale M2. S tím je spojeno mapování současného stavu MS technické kontroly a následné návrhy na optimalizaci.

V posledních kapitolách jsem provedl vyhodnocení vhodnou vyhodnocovací metodou a závěr, kde jsem popsal, zda byl splněn cíl mé bakalářské práce.

ŠKODA



Obr. 1 Logo Škoda Auto a.s.

2. Škoda Auto a.s. [1]

Škoda Auto a.s. se zabývá výrobou automobilů a navazuje na firmu Laurin & Klement, která začala nejdříve výrobou jízdních kol a motocyklů, později také automobilů. Sídlí v Mladé Boleslavi a vyrábí vozy, s nimiž plní zákazníkům slib značky: Simply Clever = praktické vozy s optimální nabídkou prostoru, střížené na míru zákazníkům pro každodenní život.

Svým obratem, tržbami a počtem zaměstnanců patří k nejdůležitějším článkům českého hospodářství. Firma je rovněž největší český exportér posledních let. Podnik s více než stoletou tradicí je od roku 1991 součástí koncernu Volkswagen Group.

Škoda Auto se také může pyšnit vlastní vysokou školou a technickým vývojem Česana.

2.1 Historie ve zkratce [1]

- 1895 – založení firmy Laurin & Klement
(výroba kol, motocyklů)
- 1905 – postupný přechod k výrobě
automobilů
- 1907 – vznik akciové společnosti
- 1925 – sloučení s podnikem Škoda Plzeň =
= konec značky Laurin & Klement
- 1946 - 1949 – začlenění závodu
Vrchlabí a Kvasiny
- 1964 – rozšíření a náběh vozu Škoda 1000 MB
- 1991 – členem koncernu Volkswagen
- 2000 – VW získává 100% Škoda Auto



Obr. 2 Automobil Laurin & Klement VOITURETTA r.1906

2.2 Současnost

V současné době má Škoda Auto 3 hlavní závody umístěné v České Republice: Mladá Boleslav, Vrchlabí a Kvasiny. Mimo ČR jsou výrobní závody ještě v Indii, Číně, Rusku, Slovensku, Ukrajině a v Kazachstánu.

Skupinu Škoda Auto tvoří mateřská společnost Škoda Auto a.s. a její plně konsolidované dceřiné společnosti:

- | | |
|--|----------------------|
| - Škoda Auto Deutschland GmbH | - India Private Ltd. |
| - Škoda Auto Slovensko s.r.o. | - OOO VOLKSWAGEN RUS |
| - Skoda Auto Polska S. A. a Skoda Auto | |

2.3 Škoda Auto a.s. ČR v číslech k datu 31. 10. 2011 [2]

Tab. 1 Data o Škoda Auto a.s.

Rozloha	2,5 km ²
Počet zaměstnanců celkem	24 700
Počet prodaných vozů v roce 2010	762 600
Počet vyrobených automobilů za den v MB	2200
Obrat v roce 2010	8,7 mld. EUR
Zisk v roce 2010	371 mil. EUR

2.4 Budoucnost

Růstová strategie: do roku 2018 zdvojnásobit odbyt = 1,5 mil. vozů za rok + každý půl rok představit nový model vozu = rozšíření palety modelů, poměr cena a užitečnost (Simply Clever) – Vision D, Mission L a CityGo (viz. obr. 3).

Jednání s ruskou firmou GAZ o výrobě vozů značky Škoda, výroba v Nižním Novgorodu – dohoda uzavřena na roční výrobu 110 000 vozů značky Škoda a Volkswagen do roku 2019.



Obr. 3 Škoda Vision D, Mission L a Citygo

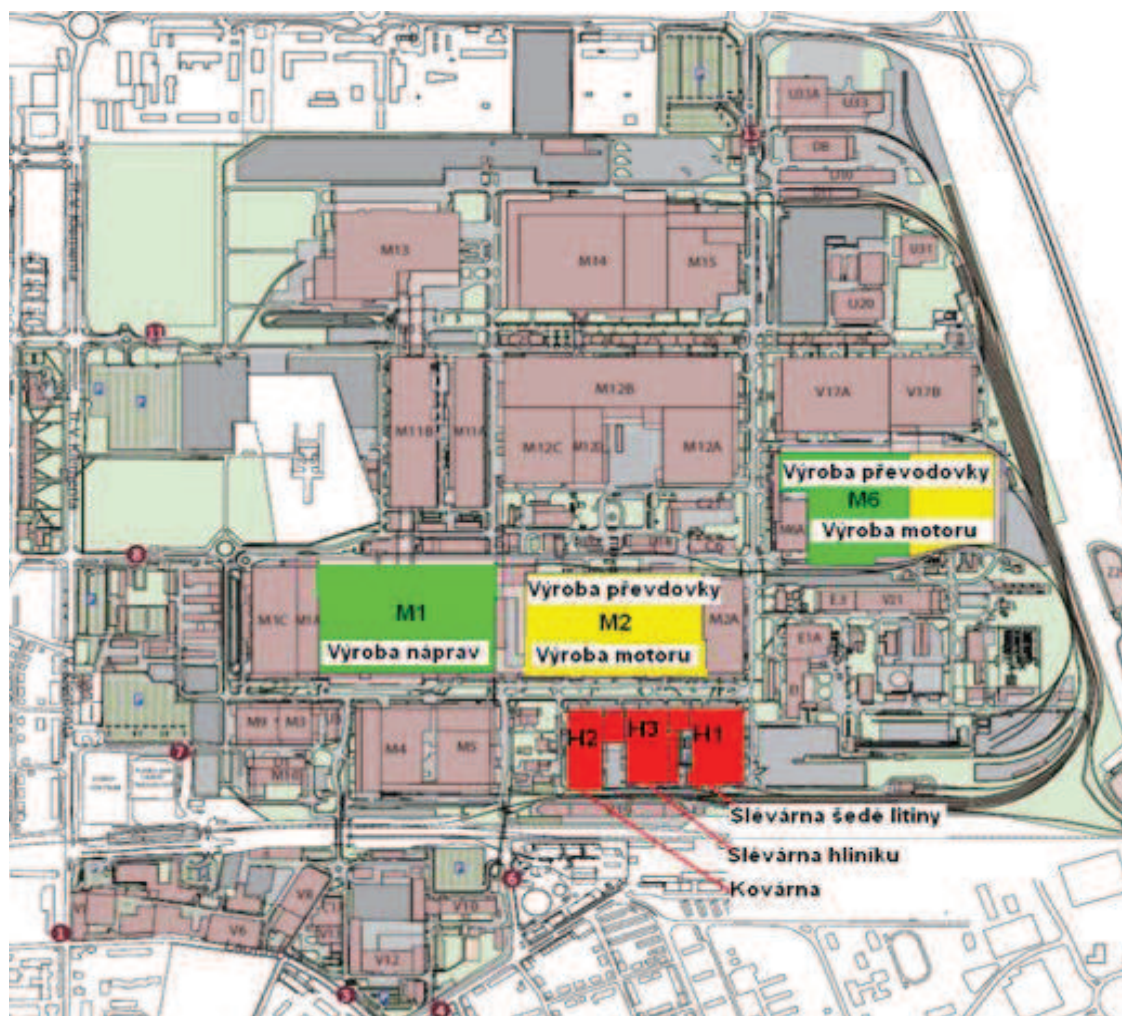
3. Výroba agregátů

Závod VA - výroba agregátů - je zodpovědný za výrobu komponentů hnacího a jízdního ústrojí. Zahrnuje v sobě útvary:

- VAM - výroba motorů
- VAP - výroba převodovek
- VAN - výroba náprav
- VAH - hutní provoz (slévárna šedé litiny, hliníku a kovárna)
- VAT - technický servis
- VAL - logistika
- VAD - projekt DQ200
- VAR - nové projekty VA

Výroba domácích dílů začíná v hutním provozu, následuje obrábění vč. tepelného zpracování a poté montáž. To vše probíhá v označených halách (viz. obr. 4).

Vyrobené agregáty se dále zpracovávají buď přímo v Mladé Boleslavi nebo se vyvážejí do celého světa.



Obr. 4 Rozmístění útvaru VA v areálu Škoda Auto

3.1 VAM – Výroba motorů

Výroba dílů a montáž motorů probíhá v halách M2 a M6 (viz. obr. 4).

V současné době v Mladé Boleslavi probíhá kompletní výrobní cyklus (hutní výroba, opracování, montáž) motoru 1,2 HTP a 1,2 TSI (viz. obr 5).

Motory 1,4 MPI a 2,0 TDI se v Mladé Boleslavi pouze dostrojují, polomotory jsou dovezené z Německa.

Ostatní typy motorizací se vyrábějí mimo ČR.

V roce 2010 bylo v Mladé Boleslavi vyrobeno 512 000 motorů. Tyto motory se montují do vozů **Škoda, VW, Seat, Audi**.



Obr. 5 Motor 1,2 TSI



Obr. 6 Zadní náprava Octavia A5

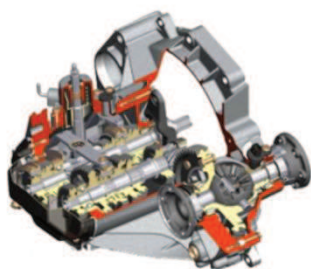
3.2 VAN – Výroba náprav

Montáž náprav probíhá v hale M1. V Ml. Boleslavi se vyrábí přední a zadní nápravy, tlumičové jednotky pro typy vozů: Fabia, Roomster, Octavia (viz. obr. 6), Superb a Yeti.

3.3 VAP – Výroba převodovky

Výroba a montáž převodovky probíhá v halách M2 a M6. V současné době se v Mladé Boleslavi vyrábí převodovka s označením MQ 200 a MQ 100 (viz. obr. 7 a 8).

Jedná se o 5ti-stupňové převodovky s hlavním rysem: malá váha převodovky (30kg) a jednoduché řazení.



Obr. 7 Přebodovka MQ 200



Obr. 8 Přebodovka MQ 100

3.4 Hutní provoz

Hutní provozy zajišťují výrobu polotovarů v halách H1, H2, H3 pro části vozů Škoda Auto a.s..

Do tzv. domácí výroby polotovarů patří následující díly (viz. tab. 2):

Slévárna litin

- Motor 1,2 HTP R3 – vložka válců
- Motor 1,2 TSI R4 – vložka válců, hlavní ložiska
- Ostatní: brzdový buben









Slévárna hliníku

- Motor 1,2 HTP R3 – vrchní a spodní díl bloku motoru
- Motor 1,2 TSI R4 – blok motoru
- Převodovka MQ200 – skříň spojky a převodovky

Kovárna

- Motor 1,2 HTP R3 – vačkový a klikový hřídel, ozubená kola klikového a vyvažovacího hřídele
- Motor 1,2 TSI R4 - vačkový a klikový hřídel
- Převodovka MQ200 a MQ100 – pohybový mechanismus

Tab. 2 Přehled hutních produktů

	Motor 1,2 HTP R3	Motor 1,2 TSi R4	Převodovka MQ200
Slévárna litin			
Slévárna hliníku			
Kovárna			

4. Výroba převodovek

Útvar výroby převodovek (VAP) v současnosti zajišťuje výrobu 5ti-stupňové manuální synchronní převodovky MQ200, začíná s výrobou převodovky MQ100 a ve fázi ověřování je výroba 6ti-stupňové manuální synchronní převodovky MQ200GA. Z celkového objemu vyrobených kusů převodovek, který činí od roku 2008 přes 530 000 ks za rok, je cca 45% převodovek montováno do vozů Škoda a 55% dodáváno do koncernu VW.

Útvar je rozdělen do několika nákladových středisek, která vyrábí určité díly převodovky (viz. str. 18, obr 10):

- NS 2141 - hnací hřídel, řadící kolo 1. a 2. rychlosti, věnec kola 3. - 6. rychlosti
- NS 2142 - pastorek, hnané kolo rozvodovky, kolo zpětného chodu (dále díly s broušeným a honovaným ozubením)
- NS 2143 - řadící kolo 3., 4. a 5. rychlosti, kolo 3., 4., a 5. Rychlosti
- NS 2144 - tepelné zpracování všech vyráběných dílů kromě dílů skříňových (kalírna)
- NS 2145 - jádro syn. spojky 1/2.r., 3/4.r. a 5.r., objímka syn. sp. 1/2.r. a 3.-6.r.
- NS 2153 - skříň převodovky a skříň spojky

Kromě výrobních středisek jsou součástí útvaru výroby převodovek také 2 montážní linky, které v současné době denně produkují cca 2600 kusů převodovek (16 typů různých převodů pro různé zástavby a motorizace). Výroba převodovky zpracovává díly z dalších provozů útvaru VA - slévárna hliníku, kovárna.

4.1 Převodovka MQ 200 [3]

Jedná se o mimořádně lehkou převodovku řady MQ200 (obr. 9), která je v motorovém prostoru uložena napříč. Skříň je vyrobená z hliníkové slitiny. Ke snížení hmotnosti také přispělo lankové řazení a odlehčená (dutá) hnací a hnaná hřídel. Převodovka je vyrobena pro přenášení krouticího momentu do 200 Nm, což díky množství různých variant mezi převodovými poměry kol jednotlivých rychlostí a variantami převodů mezi pastorkem a hnaným kolem rozvodovky, umožňuje vždy nalézt optimální kompromis mezi sportovní a úspornou variantou převodovky.

Z počátku byla vyráběna pro model Škoda Fabia a následné rozšíření jejího využití ve vozech třídy od A0 (Roomster, Fabia, atd.) až A (Octavia, Octavia I., Octavia II.). Při vývoji převodovky byly sledovány tyto aspekty:

- snadné a přesné řazení
- co nejmenší hmotnost
- použití lankového řazení
- optimální účinnost
- modulová konstrukce

Převodovku je možno použít ve spojení s motory různého druhu i výkonu, tzn. pro motory zážehové i vznětové.

4.1.1 Technické parametry

- 5ti-stupňová převodovka
- manuální lankové řazení
- maximální krouticí moment 200Nm
- skříň - hliníková slitina
- váha 33 kg
- olejová náplň: 1,9 l – trvalá náplň



Obr. 9 Převodovka MQ 200

4.1.2 Princip a funkce [3]

Popis:

- 5ti-stupňová převodovka určená pro automobily s pohonem předních kol
- krouticí moment se přenáší přes ozubení hnaného hřídele na ozubené kolo rozvodovky, a tím na diferenciál
- ovládání spojky je hydraulické a řazení lankové
- převodovka má dva hlavní hřídele (tzv. dvouhřídelová), hřídel hnací a hnaný (pastorek)
- hřídele jsou uloženy na jednom konci pevně (kuličkové ložisko) a druhém konci volně (válečkové ložisko)
- na hnacím hřídeli jsou řazená kola 3., 4. a 5. rychlostního stupně
- na hnaném hřídeli (pastorku) jsou řazená kola 1., 2. rychlostního stupně
- všechna kola jsou v trvalém záběru, jsou uložena na jehlových ložiskách (což vede ke snížení tření) a mají šikmé ozubení
- kolo zpětného chodu má ozubení s přímými zuby a je uloženo na samostatném hřídeli, který se nachází mezi hnacím a hnaným hřídelem
- všechny dopředné rychlostní stupně jsou synchronizované. Rychlostní stupně 1 a 2 mají synchronizaci dvojnásobnou (lepší kvalita řazení)

Určena pro typy vozu:

Audi Ingolstadt – Audi A3

Škoda Auto – Škoda Fabia, Roomster, Octavia

VW Bratislava (SK) – Škoda Octavia A5

VW Mossel (DE) – VW Golf A5

VW Wolfsburg (DE) – VW Golf A5 + CKD

Audi Brusel (BE) – VW Golf A5

VW Pamplona (E) – VW Polo

VW Jižní Afrika – VW Polo, City Golf

VW Brazílie – VW Polo, Fox

Přehled dílů převodovky MQ200 viz. tab. 3, str. 16. a viz. Příloha 1.

4.1.3 Díly převodovky MQ200

Tab. 3 Přehled dílů převodovky MQ200

Název dílu	Označení	Foto
Hnací hřídel	02T 311 103 AC, AD, AF, AG	
Pastorek	02T 311 205 B, D, E, F, AG, AD, AK, M, H, P, AN, AJ	
Kolo 1. r. řazené	02T 311 251 B, E	
Kolo 2. r. řazené	02T 311 261 A, J	
Kolo 3. r. řazené	02T 311 131 AH, AJ, AG, AM	
Kolo 4. r. řazené	02T 311 149 Q, P, R, S, AL	
Kolo 5. r. řazené	02T 311 159 M, N, P, R, AH, L	
Kolo 3. r. řadící	02T 311 285 P, N, Q, AG	
Kolo 4. r. řadící	02T 311 351 D, E, F, N, AC	
Kolo 5. r. řadící	02T 311 361 A, B, D, R	
Věnec kola 3. -6. r.	02T 311 291 B	

Hnané kolo rozvodovky	02T 409 155 __, A, B, C, D, F, G 02T 409 156 B, E, H, K	
Kolo zpětného chodu	02T 311 531 E, B	
Jádro syn. sp. 1./2. r.	02T 311 243 A	
Jádro syn. sp. 3./4. r.	02T 311 309 D	
Jádro syn. sp. 5. r.	02T 311 244 D	
Objímka syn. sp. 1./2. r.	02T 311 255 C	
Objímka syn. sp. 3. -6. r.	02T 311 315 D	
Skříň převodovky	02T 301 103 AB,	
Skříň spojky	02T 301 107 B, C, R	

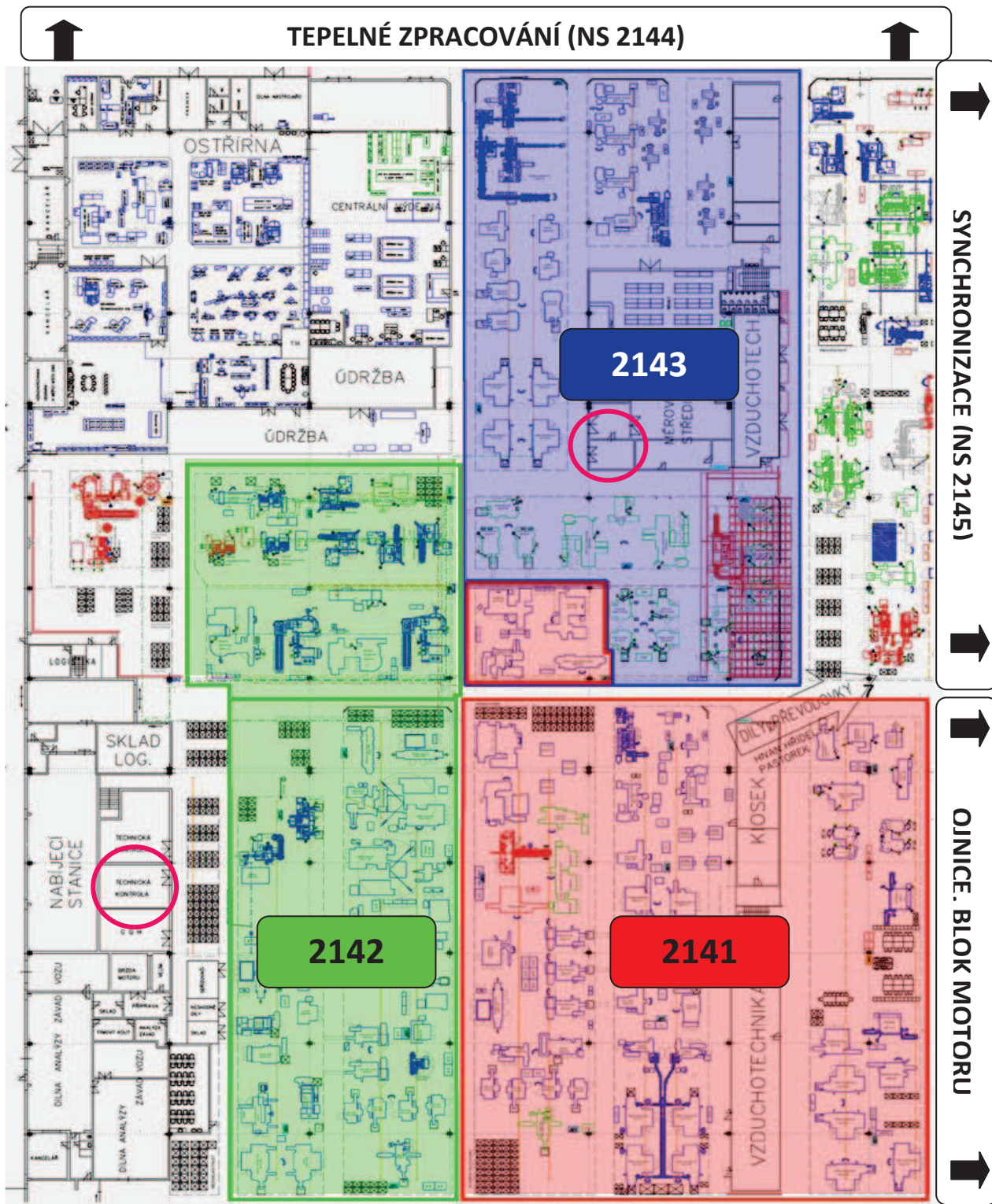
4.2 Úsek haly M2 - Výroba Agregátu Převodovka

2141 - výroba dílů: hnací hřídel, kolo 1. a 2. rychlosti, věnec kola 3. - 6. rychlosti

2142 - výroba dílů: hnané kolo rozvodovky (HKR), pastorek, kolo zpětného chodu

2143 - výroba dílů: kolo 3. – 5. rychlosti (Schaltrad a Rad)

○ - měrové středisko útvaru technické kontroly



Obr. 10 Úsek haly M2 – VAP

4.3 Výrobní NS ve VAP - MQ 200

NS 2142 - hnané kolo rozvodovky (HKR), pastorek, kolo zpětného chodu

Přehled operací:

- Navrtávání (5.op) ●
- Soustružení (5., 10.op) ●
- Ševingování (70.op) ●
- Broušení (130., 135., 140., 141.op) ●
- Frézování (45.op) ●
- Praní (72., 142.op) ●
- CM-Digit (zkouška odvalem) (150.op) ●
- Vrtání (60.op) ●
- Střížkování (50., 65.op) ●
- Lisování a nýtování (80.op) ●
- Válcování (55.op) ●



Obr. 11 NS 2142

Sled operací v NS 2142:

Hnané kolo rozvodovky:

Soustružení → Frézování →

a) *Ševingované:*

→ Ševingování → Praní → TZ → Pevnostní tryskání → Praní → Lisování,
Nýtování → Konečná kontrola → Montáž

b) *Broušené:*

→ Odgrotování → Praní → TZ → Lisování, Nýtování → **Broušení ozubení** → Praní
→ Pevnostní tryskání → Praní → Montáž

Kolo zpětného chodu:

Soustružení → Frézování → **Střížkování**, odgrotování → TZ → Pevnostní tryskání →
Praní → Lisování → Soustružení → Konečná kontrola → Montáž

Pastorek:

Navrtání → Soustružení → Frézování → Válcování → Vrtání →

a) Ševingované:

→ Ševingování → Praní → TZ → Pevnostní tryskání → Rovnání → Broušení
zápichů → Broušení průměrů → Praní → Konečná kontrola → Montáž

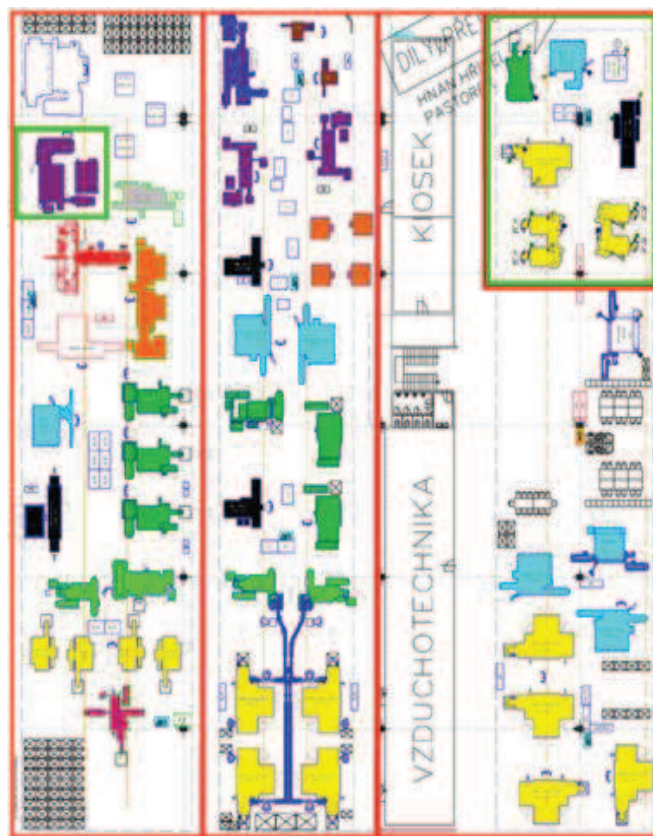
b) Broušené (popř. honované):

→ Praní → Odgrotování → Praní → TZ → Rovnání → Broušení zápichů →
Broušení průměrů → Praní → Broušení (popř. honování) → Pevnostní tryskání →
Konečná kontrola → Montáž

NS 2141 - hnací hřídel, kolo 1. a 2. rychlosti, věnec kola 3. – 6. rychlosti

Přehled operací:

- Navrtávání (5.op) ●
- Soustružení (5., 10.op) ●
- Ševingování (70., 80.op) ●
- Broušení (130., 135.op) ●
- Frézování (45.op) ●
- Obrážení (15., 20.op) ●
- Praní (22., 72.op) ●
- CM-Digit (150., 155.op) ●
- (zkouška odvalem)
- Stříškování ●
- (15., 30., 50.op)
- Válcování (55.op) ●



Obr. 12 NS 2141

Sled operací v NS 2141:

Hnací hřídel:

Navrtání → Soustružení → Obrážení → Praní → Stříškování → Frézování → Válcování →
Ševingování → Praní → TZ → Pevnostní tryskání → Praní → Rovnání → Broušení
průměrů → Broušení zápichů → Praní → Konečná kontrola → Montáž

Schaltrad 1. - 2. Rychlost:

Soustružení → Obrázení → Praní → Frézování → Odgrotování, stříškování, frézování drážek →

a) Ševingované:

→ Ševingování → Praní → TZ → Pevnostní tryskání → Praní → Broušení → Praní
→ Konečná kontrola → Montáž

b) Honované:

→ Praní → TZ → Praní → Broušení → Honování ozubení → Praní → Pevnostní tryskání → Konečná kontrola → Montáž

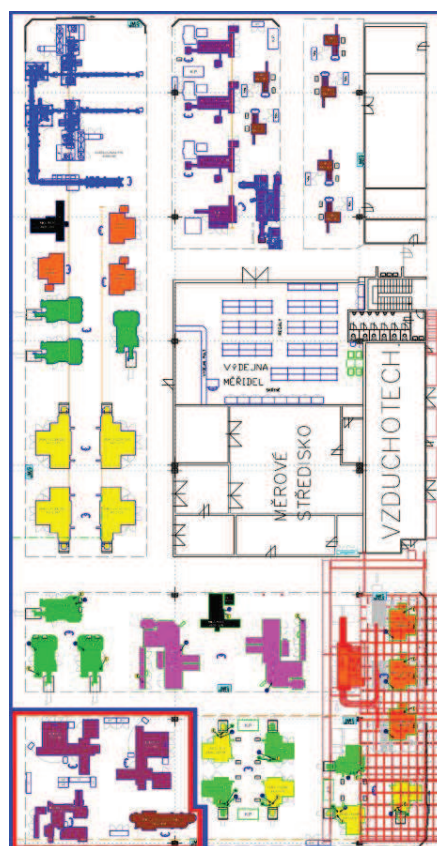
Věvec kola 3. - 6. Rychlosti:

Soustružení → frézování → Stříškování

NS 2143 - kolo 3. - 5. rychlosti (Schaltrad a Rad)

Přehled operací:

- Soustružení (5.op) ●
- Ševingování (70.op) ●
- Protahování (11., 135.op) ●
- Broušení (130.op) ●
- Frézování (45.op) ●
- Praní (12., 72., 132.op) ●
- Svařování (80.op) ●
- CM-Digit (zkouška odvalem) (150.op) ●
- Obrázení (10.op) ●



Obr. 13 NS 2143

Sled operací v NS 2143:

Schaltrad 3. - 5. rychlosti:

Soustružení → Frézování →

a) Ševingované

→ Ševingování → Praní → Svařování → TZ → Pevnostní tryskání → Pískování → Praní → Broušení → Praní → Konečná kontrola → Montáž

b) Broušené

→ Frézování → Odgrotování → Praní → Svařování → TZ → Pevnostní tryskání → Broušení → Praní → Honování ozubení → Pískování → Praní → Montáž

Rad 3. - 5. rychlosti:

Soustružení → Frézování → Protahování → Praní →

a) Ševingované

→ Ševingování → Praní → TZ → Protahování → Praní → Pevnostní tryskání →
Pískování → Praní → Konečná kontrola → Montáž

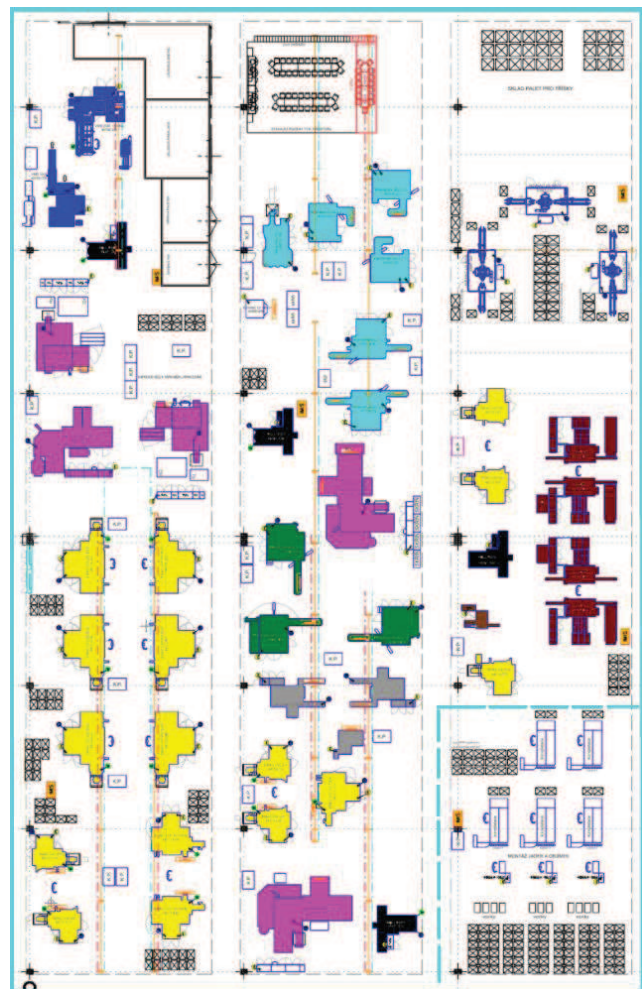
b) Broušené

→ Praní → Odgrotování → Praní → TZ → Pevnostní tryskání → Protahování →
Praní → Honování ozubení → Pískování → Praní → Montáž

NS 2145 - objímky a jádra synchronní spojky

Přehled operací:

- Soustružení ● (5., 10., 20., 145.op),
- Protahování (11., 35.op) ●
- Frézování (30.op) ●
- Praní (12., 37.op) ●
- Elektrochemické odjehlení (40.op) ●
- CM-Digit ● (zkouška odvalem) (150.op)
- střížkování (40., 45., 65.op) ●
- Válcování (25.op) ●
- Honování (140.op) ●



Obr. 14 NS 2145

Sled operací v NS 2145:

Jádra synchronní spojky 1. - 5. rychlosti:

Soustružení → Protahování (vnitřní drážky) → Protahování (vnější drážky) → Praní → Elektrochemické odjehlení → Praní → TZ → Konečná kontrola → Kompletace

Objímka syn. sp. 1. - 2. rychlosti:

Soustružení → Protahování (vnitřní drážky) → Praní → Soustružení → Válcování zámek → Frézování (středových drážek) → Protahování → Praní → Špičkování → Frézování → Špičkování → Praní → TZ → Omílání → Honování → Soustružení zápichu → Praní → Kompletace

Objímka syn. sp. 3. - 6. rychlosti:

Soustružení → Protahování (vnitřní drážky) → Praní → Soustružení → Válcování zámek → Frézování (středových drážek) → Protahování → Praní → Špičkování → Praní → TZ → Omílání → Honování → Soustružení zápichu → Praní → Kompletace

pozn.: XXXX = následuje měření na TK

5. Technická kontrola výroby převodovek

Cílem pracovníků technické kontroly převodovky MQ 200 je především zajištění kvality vyráběných dílů a montážních celků. Systém zajištění kvality vyžaduje nejen patřičné technické vybavení, kvalifikovanou obsluhu moderních obráběcích a kontrolních zařízení, ale vyžaduje i systematickou kontrolu kvality v průběhu celého výrobního toku jednotlivých dílů převodovky. Výroba hlavních komponent převodovky (ozubená kola, pastorky, hřídele, synchronní věnce, díly synchronizace) je velmi náročná na přesnost a kvalitu opracování. Systematickou kontrolu provádí jak samotná obsluha jednotlivých obráběcích strojů, tak pracovníci technické kontroly na nejmodernějších měřicích zařízeních v celém průběhu procesu výroby a přispívají tak svou činností k vysoké kvalitě vyrobených převodovek.

Útvar technické kontroly (TK) pro výrobu převodovek je rozdělen do několika skupin, které působí v určitých částech a procesech celé výroby a jsou její neoddělitelnou součástí. Jedná se o technickou kontrolu ozubení (KMS a TK dílů převodovky), TK kalírna, TK dílů synchronizace, TK skříňových dílů a TK montáží.

Skupiny TK tak zajišťují kontrolní činnosti ve výrobě převodovek:

- analyzují stav kvality vyráběných dílů a vyhodnocují její vývoj
- informují o významných skutečnostech v kvalitě nutných pro práci jiných odborných útvarů
- spolupůsobí při vyhotovování organizačních směrnic zabezpečujících kvalitu dle ISO norem
- archivují doklady o kvalitě
- realizují činnosti ze zavedeného systému kvality
- vyhodnocují nové či modernizované stroje a měřicí přístroje po stránce kvality
- zavádí a rozvíjí statistické metody ve výrobě
- zpracovávají výsledky kontrol pomocí statistických metod
- realizují a schvalují řízení neshodného výrobku (interní i externí)
- schvalují a spolupůsobí při realizaci nápravných opatření k odstranění nedostatků
- navrhují a projednávají změny v konstrukční a technologické dokumentaci
- navrhují a zavádí nové metody měření do výroby
- plánují aktivity pro zlepšení kvality.

V další kapitole se budu podrobněji zabývat kontrolními činnostmi měrového střediska (MS) TK pro díly převodovky vyráběné v hale M2, kde největší podíl v kontrolních činnostech zaujímá měření dílů.

6. MS - TK

Cílem činností měrového střediska je především zajištění kontrolních činností v celém průběhu procesu výroby (systematickou kontrolu kvality ve výrobě jednotlivých dílů).

MS - TK je umístěno v hale M2. Zajišťuje měření v nepřetržitém provozu a v noční směně provádí náhradní měření za MS-synchronizace, kde je zaveden pouze dvousměnný provoz. Jedná se o díly vyráběné v NS 2141, 2142, 2143 a v noční směně či o víkendu také z NS 2145. Ze všech prováděných činností zaměstnanců TK zaujímá měření cca 75%.

Kolektiv pracovníků TK musí vždy spolupracovat a řešit společně problémy vzniklé ve výrobě. Kvalita převodovek a zákazník je zde na prvním místě.

6.1 Činnost měření na MS - TK

Na začátku procesu výroby je namátkovými kontrolami sledován vstupní materiál (výkovky) – nutné dodržení rozměrových parametrů.

Každá výrobní operace má svůj tzv. kontrolní plán operace (KPO) tedy technologický předpis (TP), kterým je jednoznačně dáno co, čím, kde, s jakou četností a na kolika kusech se bude měřit. Takže např. po prvních výrobních operacích se provádí ověření technologických základů, které mají zásadní vliv na přesnost výroby na dalších výrobních operacích a vychází z nich seřízení obráběcích strojů v dalším procesu výroby. Celkový přehled všech prováděných měření v celém výrobním toku (výňatek z KPO) viz. Příloha 2. Ke každodenním činnostem pracovníků TK tak patří kontrola prvního kusu z operací broušení (vnitřní a vnější průměry, kužel), čímž uvolní výrobu ve směně. Obdobně probíhá i kontrola prvního kusu po výměně nástroje, orovnění, přeseřízení stroje (v důsledku opotřebení nástroje či změny vyráběného typu dílu) na jednotlivých operacích.

V případě výskytu problému na montážní lince, ať už např. problematické kompletace dílů či jako projev zvýšené hlučnosti na kontrolním hlukovém stavu, se provádí analýzy dílů, na nichž se zvýšený hluk projevuje, a měří se parametry za účelem stanovení příčiny, které hluk způsobují. Díly se detailně proměřují a na základě těchto měření probíhá úzká spolupráce s pracovníky analýzy při zjišťování a odstraňování příčiny vzniklé závady. Na základě zjištěných příčin se stanovují opatření přímo do výroby.

Další nezanedbatelné činnosti měření, nazývané tzv. ostatní měření:

- měření technologických zkoušek
- provádění kvalitativních přejímek nových či rekonstruovaných strojů a měřících zařízení
- měření kusů dle kontrolního plánu operace v režimu náhradního měření (NM)
- měření dílů a zkoušek pro technický vývoj
- vyhodnocování zlepšovacích návrhů z kvalitativního hlediska
- měření při zavádění nových technologických předpisů
- ověřování navržených způsobů měření (možnost nasazení ve výrobě)
- měření pro jiné útvary v rámci závodů VA, Škoda Auto či VW
- porovnávací měření s dodavatelskými firmami (externí)

6.2 Měřené rozměry a parametry

Velmi důležitou položkou v činnosti týmu pracovníků technické kontroly je měření rozměrů, parametrů tvarů a profilů jednotlivých částí ozubených kol a hřídelí převodovky (viz. příloha 7). Kontrolovány jsou tak velké i malé rozměry a to jak vnější tak vnitřní:

- délkové rozměry:

- průměry
- délky, výšky

- tvary:

- úhly
- kužele
- závity
- tvarové zápichy, sražení, radiusy, úhly, atd.

- odchylky tvaru a polohy (makrogeometrie povrchu):

- odchylky tvaru:

- odchylka přímosti
- odchylka rovinnosti
- odchylka kruhovitosti
- odchylka válcovitosti

- odchylky polohy:

- odchylka rovnoběžnosti
- odchylka souososti
- odchylka souměrnosti
- odchylka kolmosti dvou

- odchylky házení:

- odchylka radiálního házení
- odchylka axiálního házení
- odchylka házení v daném směru
- odchylka úplného radiálního házení
- odchylka úplného axiálního házení

- jakost obrobené plochy (mikrogeometrie povrchu)

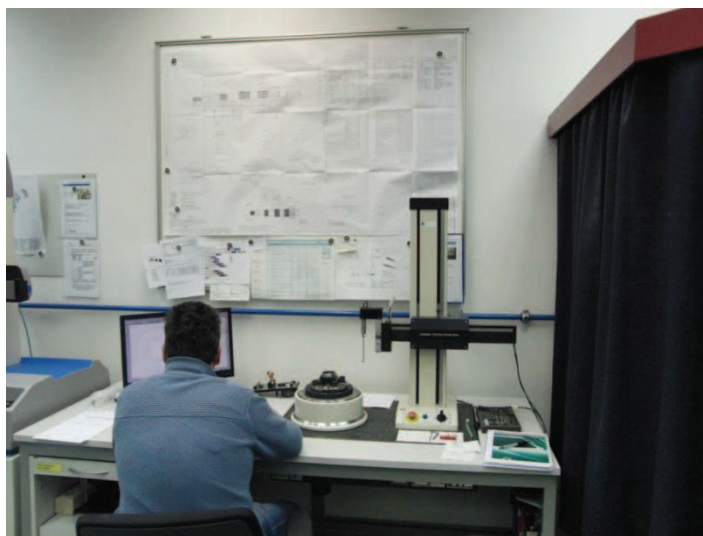
- základní profil (P – parametry)
- vlnitost povrchu (W – parametry)
- drsnost povrchu (R – parametry)

6.3 Technické vybavení MS - TK

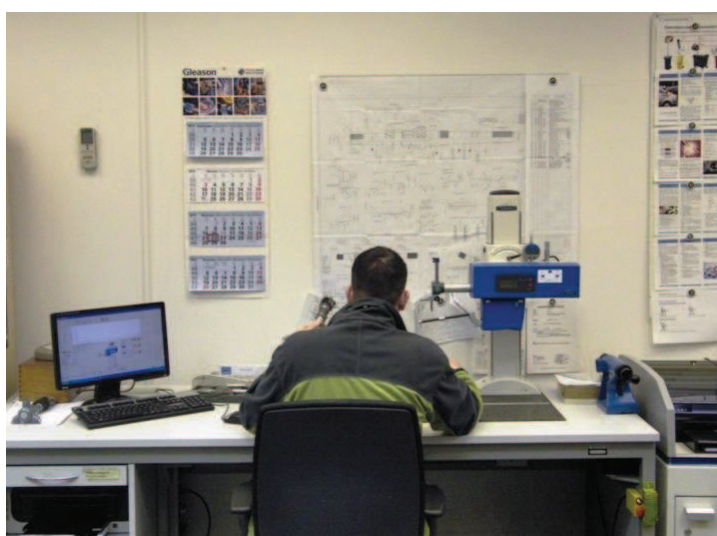
Pracovníci k měření výše uvedených parametrů mají k dispozici jak ruční komunální měřidla (mikrometry, dutinoměry, pasametry, úchylkoměry, výškoměry, hrotové přístroje vč. příslušenství, atd. (viz. obr. 19)), tak i automatické měřicí systémy.

Automatické systémy na MS - TK:

- kruhoměr F4004 - 1ks (viz. obr. 15)
- kombinovaný profiloměr T8000RC - 2ks (viz. obr. 16)
- kombinovaný kruhoměr Roundscan 555 - 1ks (viz. obr. 17)
- optický měřicí přístroj Opticline - 1ks (viz. obr. 18)



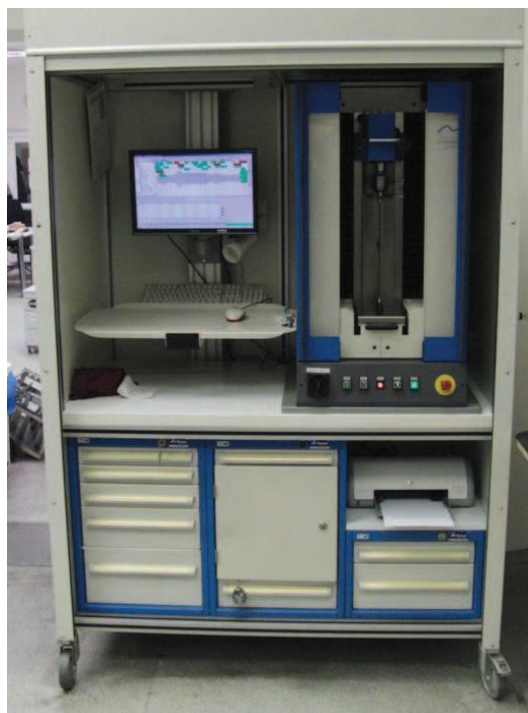
Obr. 15 Kruhoměr F4004



Obr. 16 Profiloměr T8000RC



Obr. 17 Kruhoměr Roundscan 555



Obr. 18 Optický měřicí přístroj Opticline



Obr. 19 Komunální ruční měřidla

7. Současný stav

V současnosti pracovníci MS - TK provádějí měření nejčastěji na 4 měřicích přístrojích: 1x kruhoměr Roundscan 555, 1x kruhoměr F4004, 2x profiloměr T8000RC. Optický přístroj Opticline je používán pouze k analýzám a zkouškám. K pravidelným měřením dle KPO jej používají zaměstnanci výroby, kde si nosí a měří díly sami.

Pracovní skupina MS - TK se skládá z 8 technických referentů kvality (TRK), kteří pracují vždy ve dvou a střídají se dle směnností nepřetržitého provozu s délkou pracovní směny 12 hodin. Jeden z pracovníků obsluhuje oba profiloměry a druhý oba kruhoměry. Pouze ojediněle nastane situace, kdy ve stejném časovém úseku oba dva pracovníci měří každý na jednom kruhoměru nebo profiloměru.

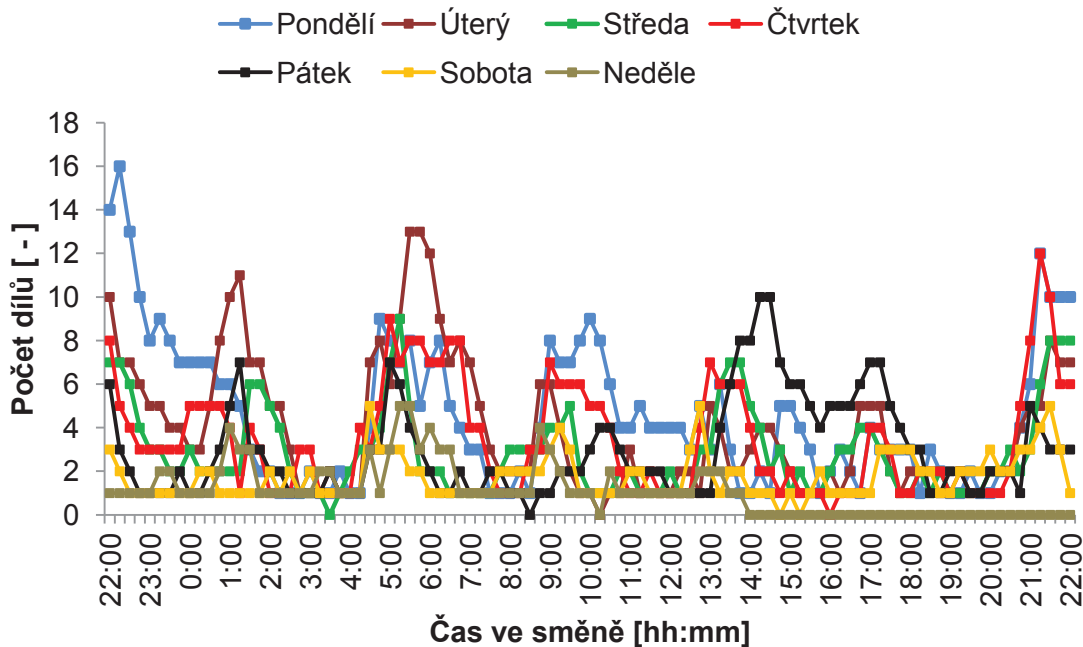
Každý pracovní týden začíná noční směnou v neděli od 22:00. Prioritně jsou ke kontrole předkládány všechny díly (hřídele a kola) z operací broušení, tím se uvolní výroba ve směně a poté následují měření ostatních dílů dle četnosti opakování předepsané v KPO a dle vzájemné dohody mezi pracovníky MS - TK a obsluhou výrobních strojů dle aktuálního výsledku měření (případná nutnost seřizovacího zásahu). Díly z operací broušení přicházejí na řadu jako první z důvodu:

- přesné dokončovací operace, po níž už nenásleduje žádné obrábění, tyto díly jsou po zkompletování výrobní dávky kontrolovány na poškození ozubení (odvalování ozubení) a expedovány na montážní linku
- díly z operací broušení se už prakticky nedají opravit (nízké tolerance měřených parametrů). Měří se v přesnostech na mikrometry a tvar naměřené geometrie broušeného povrchu má přímý vliv na hlučnost převodovky, proto si výroba musí být jistá především touto operací. Ostatní operace jako např. soustružení, kde se počítá ještě (oproti broušení) s přídavkem na obrábění, se dají v případě špatných výsledků měření a dostatečného přídavku dodatečně opravit.
- většího výrobního taktu v porovnání s ostatními operacemi. Při volbě jiného pořadí, by to vedlo ke snížení denní výroby dílů převodovky.
- náročnosti provedené operace (hřídelové díly mají více průměrů), větší riziko možnosti vzniku chyby oproti broušeným kolům

Měření dílů probíhá následovně: obsluha obráběcího stroje na začátku směny přinese díl na MS k měření. Díl předá zapsáním do seznamu (pořadníku měřených dílů), položí jej na odkládací stůl pro díly k měření a zeptá se, za jakou dobu si může pro díl přijít a vrací se zpět ke stroji. Sdělená celková doba trvání měření pracovníkem TK je přibližně odhadnutý čas na základě jeho zkušeností a znalosti kolik dílů je již na MS a kolik se jich aktuálně měří. Z praxe už každý TRK dokáže odhadnout přibližnou

délku trvání měření. Po tomto čase si obsluha pro díl přijde a v případě IO výsledku (dobře) je výroba na daném stroji uvolněna a další kus ke změření donese až za časový interval předepsaný v KPO. V případě NIO výsledku (špatně) musí stroj seřadit a hned donést další kus ke změření. Toto opakovat dokud nebude díl s výsledkem měření IO. Takto každá obsluha ze všech strojů všech NS donese díl k uvolnění a ty jsou postupně na MS odměřovány. MS v takovéto chvíli je plně vytíženo, díly stojí ve frontě na měření tak, jak byly doneseny obsluhou, a postupně jsou měřeny. Tedy díl, který byl donesen jako poslední, čeká na změření v nejhorším případě cca 1,5 [h]. Tedy se prodlužuje doba reakce obsluhy na výsledek měření. Takovéto špičky vytížení, kdy je kapacita MS plně využívána, se opakují dle předepsaných četností a náhodných výskytů nutnosti stroje seřizovat popř. měřit v režimu náhradního měření.

Z dostupných podkladů (pořadníků dílů) byl vybrán „průměrný“ pracovní týden a vypracován graf 1, který ukazuje reálnou přítomnost dílů na MS. Jedná se o díly čekající na měření a díly měřené, u nichž čas předání obsluhou a vrácením od TRK opět na stůl do sekce změřených dílů leží ve sledovaném časovém intervalu (dělení po 15-ti minutách).



Graf 1 - Reálná přítomnost dílů na MS

Cílem mé práce bude odstranit takovéto špičky vytížení MS, aby nedocházelo k prodlužování reakční doby, kdy obsluha výrobního stroje nemá včas výsledky měření a vyrábí na tzv. riziko až několik hodin.

Díly se měří v časových intervalech:

- denní měření:

1 za 4[h] ($1/240$ [min]); 1 za 8[h] ($1/480$ [min]); 1 za 12[h] ($1/720$ [min]);

1 za 1 den ($1/1440$ [min])

- týdenní měření:

1 za 1 týden ($1/10080$ [min]); 1 za 2 týdny ($1/20160$ [min]);

1 za 1 měsíc ($1/40320$ [min])

Četnosti měření vychází z výsledků protokolů, na základě dlouhodobé sledovanosti, a jsou předepsány v předpisech KPO.

Graf 1 tedy poukazuje na to, že v určitých časech dochází na MS k hromadění dílů, které má za následek prodlužování doby toku informací o výsledcích měření k obsluze stroje. Z toho vyplývá, že se prodlužuje i doba, kdy se vyrábí na tzv. riziko, jelikož obsluha výrobního stroje nezná výsledky měření, ale stále vyrábí. Dalším faktorem hromadění dílů na MS jsou tzv. ostatní měření (viz. kapitola 6.1), které mají většinou přednost před pravidelným měřením, záleží na aktuálním stavu výroby a na dohodě mezi pracovníky. Z grafu lze také vyčíst, že pracovníci MS jsou 100% vytížení, což může vést ke stresovým situacím, nesoustředěnosti a tudíž i k chybným měřením.

Ideální stav by byl, kdyby u každého výrobního stroje byl měřicí přístroj a obsluha by téměř okamžitě věděla výsledné hodnoty měření. Vzhledem k nákladům na měřicí přístroje a podmínkám prostředí, které musí měřicí přístroj pro měření mít, je prakticky nereálné, aby tento ideální stav nastal. Tuto problematiku, tedy aby výroba dostávala co nejrychleji informace o výsledcích měření, chci vyřešit návrhem vhodné optimalizace.

8. Návrh na optimalizaci

Cílem optimalizace bude dosáhnout rovnoměrného rozvržení toku měřených dílů převodovky na jednotlivé měřicí přístroje tak, aby čas toku informací o výsledcích měření byl co nejkratší a zároveň získat více volného času na tzv. ostatní měření.

Vycházel jsem z předpisů KPO a bral v úvahu, že začátek každodenního měření začíná kontrolou dílů z operací broušení a to hřídelů i ozubených kol převodovky MQ200, čímž se uvolní výroba ve směně a následují měření z ostatních operací.

Abych mohl pracovat s časy jednotlivých měření, musel jsem se se všemi měřeními detailněji seznámit, změřit průměrné doby jejich trvání a po společné konzultaci s pracovníky MS, jsem vyhotovil kompletní přehled časů měření jednotlivých dílů.

Celkový čas jednoho měření se skládá:

- čas cesty pro díl k odkládacímu stolu dílů na měření + čas očištění (cca 1,5min platí pro všechny díly převodovky)
- čas přípravy měřicího přístroje pro měření (přípravky na upnutí, výměna měřicího doteku, upnutí dílu) + čas samotného měření
- čas vyhodnocení prováděné obsluhou (filtrace, vyhodnocení, tisk protokolů) + čas cesty odnesení měřeného dílu na odkládací stůl dílů po změření

Navrhované varianty:

- **Varianta I: Navýšení počtu pracovníků MS na 3 v jedné směně**
- **Varianta II: Záměna použití měřicích přístrojů pro určité díly**
- **Varianta III: Přesné časové rozvržení**

Z optimalizačních návrhů vytvořím grafy vytížení „průměrného dne“ na kruhových měrech, neboť jsou z používaných měřicích zařízení nejvíce měřeními vytíženy, a na základě dosaženého výsledku detailně zpracuji nejvýhodnější optimalizační návrh.

8.1 Varianta I – Navýšení počtu pracovníků MS na 3 v jedné směně

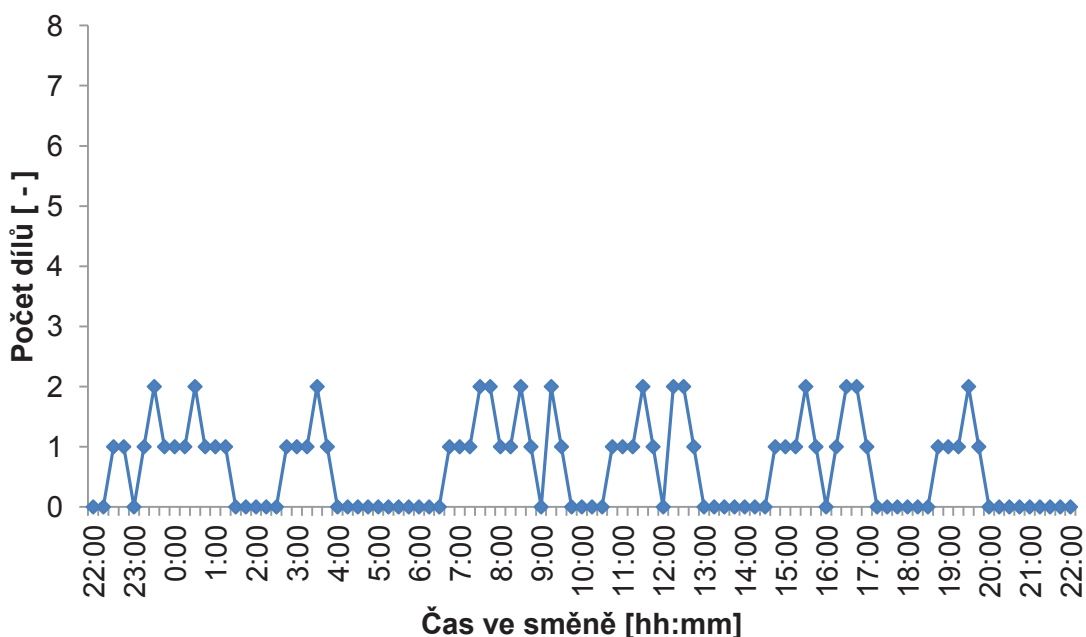
Navýšením počtu pracovníků o jednoho TRK dosáhnou složení MS:

- 1. TRK bude obsluhovat profiloměr T8000RC
- 2. TRK bude obsluhovat kombinovaný kruhoměr Roundscan 555
- 3. TRK bude obsluhovat převážně kruhoměr F4004, popřípadě bude nápomocen na druhém profiloměru T8000RC.

Detailněji jsem rozdělil činnosti na kruhoměrech tak, že obsluha měřicího přístroje Roundscan 555 bude měřit prioritně hřídelové díly a obsluha měřicího přístroje F4004 bude měřit všechna ozubená kola. TRK, o nějž byl počet pracovníků MS navýšen, nechám záměrně měřit na kruhoměrech, jelikož četnost měření a počet měřených dílů je zde v porovnání s profiloměry vyšší.

Se zohledněním předepsaných pravidelných měření dle KPO jsem vytvořil přibližný časový plán, jak by byly díly nošeny na MS a odměřovány. Takže vznikl graf 2 přítomnosti dílů na MS, vytvořen analogicky jako graf 1.

Z grafu 2 vyplývá, že došlo k výraznému snížení hromadění dílů na MS, kdy pracovníci mají na MS maximálně 2-3 díly v danou dobu pro měření na kruhoměrech a zároveň i dostatek času na ostatní měření.



Graf 2 - Předpokládaná přítomnost dílů na kruhoměrech – Varianta I

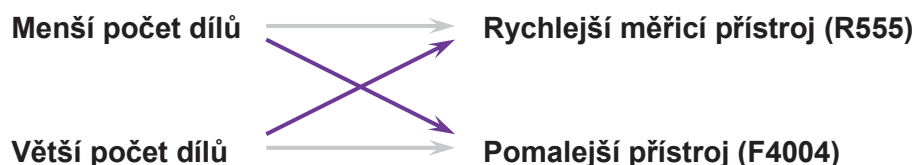
- výhody:

- rychlejší odbavení měřených dílů na kruhoměrech, oba přístroje jsou 100% vytíženy - kratší doba čekání na výsledky měření

- každý pracovník se soustředí na svou činnost, na jedno dané měření.
(Při měření jednoho pracovníka na dvou měřicích přístrojích, totiž může docházet k situacím, které snižují pracovníkovu soustředěnost nebo mají vliv na samotné měření)
- obsluha sleduje celý proces měření - při náhodné kolizi měřicího doteku s měřeným dílem zastaví obsluha včas měřicí přístroj
- dostatek času na tzv. ostatní měření
- nevýhody:
 - navýšení mzdových nákladů na nového TRK
 - prostory stávajícího pracoviště byly plánovány pro 2 stálé pracovníky a při navýšení jejich počtu by mohlo docházet k tomu, že 3 pracovníci by si mohli překážet
 - pokles vytiženosti pracovníků téměř o polovinu (prostoje)

8.2 Varianta II – Záměna použití měřicích přístrojů pro určité díly

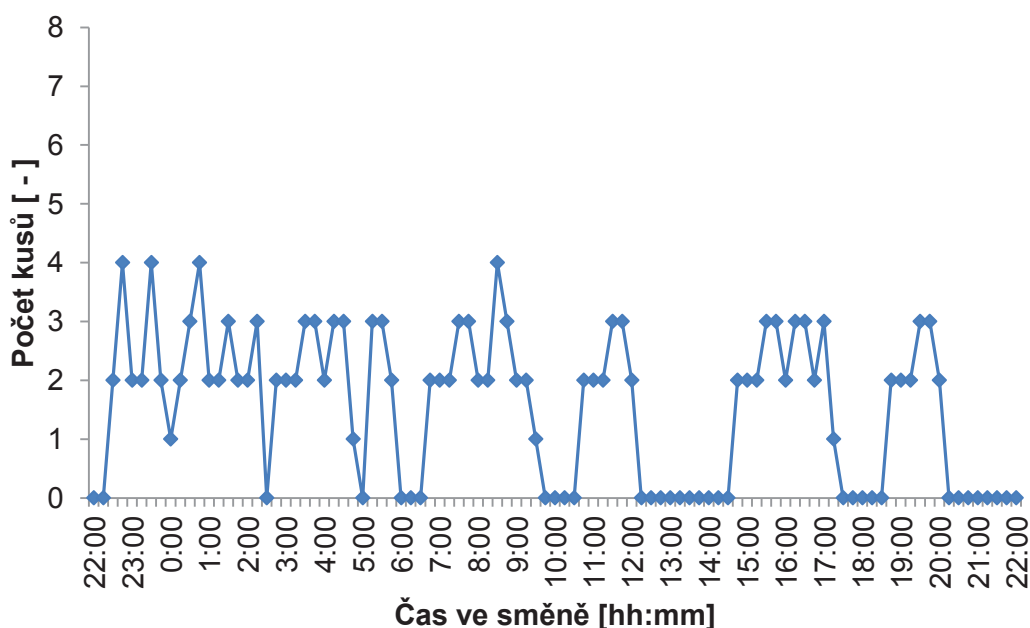
V této variantě jsem přesunul v současnosti prováděná měření z kruhoměru Roundscan 555 na kruhoměr F4004 a z kruhoměru F4004 na kruhoměr Roundscan 555. Důvodem je, že přístroj Roundscan 555 je kombinovaný kruhoměr (měří geometrické odchylky tvaru a polohy, a také parametry jakosti povrchu - drsnosti) a v porovnání s kruhoměrem F4004 je rychlejší. Časy měření na přístroji Roundscan 555, na kterém se dnes měří převážně kruhovitosti a drsnosti hřídelových dílů, jsou kratší než celkový čas měření stejných parametrů (stejných dílů) na měřicích přístrojích F4004 a T8000RC. Četnost měření hřídelových dílů na kruhoměru Roundscan 555 je menší než četnost měření ozubených kol (viz. Příloha 2). Brousících strojů na opracování hřídelů je méně než na ozubená kola. Takže mě zajímá změna celkového času měření – schématicky (viz. obr. 20).



Obr. 20 Záměna použití měřicích přístrojů

Jedná se tedy o měření po operacích broušení (130. a 135op.). Tedy o 6 typů měření hřídelových dílů a 8 typů měření ozubených kol, u kterých zaměním měřicí přístroje. Celkové časy měření (viz. Příloha 3).

Při současném stavu výroby tak dojde v rámci pravidelných měření ke změření 27 kusů hřídelových dílů v celkovém čase 483 [min] a ke změření 39 kusů ozubených kol v celkovém čase 493 [min]. Po optimalizaci dojde ke změření stejného počtu kusů hřídelových dílů v celkovém čase 672 [min] a 39 měření ozubených kol v celkovém čase 430 [min]. Takto vznikla úspora 63 [min] z měření ozubených kol, ale u hřídelových dílů naopak zvýšená potřeba času na měření o 189 [min]. V součtu by tak tedy došlo k navýšení potřebného času měření na kruhoměrech o cca 120 [min]. Takže došlo ke vzniku časové ztráty. Analogicky k variantě I byl vytvořen přibližný časový plán odměřování dílů (viz. Graf 3). Z grafu vyplývá, že opět došlo k výraznému snížení hromadění dílů na MS, kdy pracovníci mají na měřovém středisku maximálně 3-4 díly v danou dobu, a zároveň i čas na ostatní měření.



Graf 3 - Předpokládaná přítomnost dílů na kruhoměrech – Varianta II

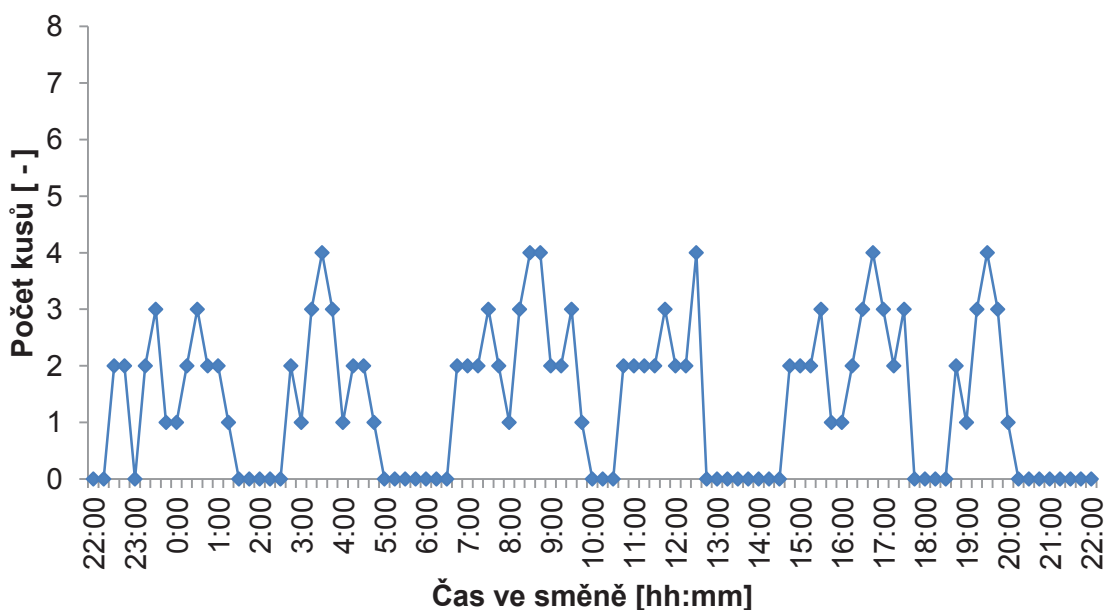
- výhody:

- sjednocením měření kruhovitosti a drsností ozubených kol na jeden měřicí přístroj Roundscan 555, se za směnu dosáhlo snížení celkového času měření ozubených kol cca o 1 [h].
- přesunutím a sjednocením (v jedno měření) kruhovitostí a drsností ozubených kol na Roundscan 555, došlo ke snížení chyby při měření (díl se nemusí přenášet, je již jednou vyrovnan v vůči ose broušené díry)

- tento optimalizační návrh nám ukázal, že při možnosti zakoupení dalšího přístroje Roundscan 555 by došlo k úspoře celkového času měření cca o 10%
- nevýhody:
 - rozdělením měření vzrostl celkový čas měření hřídelových dílů cca o 3 [h] (o 1/3 stávajícího času).
 - výsledný celkový čas měření hřídelových dílů a ozubených kol po operaci broušení se navýšil cca o 2 [h] v jedné směně.
 - vyšší náklady na upínací přípravky k měření drsností hřídelů na profiloměru T8000RC (naklápecí svěráček, rotační motor pro měření radiálních parametrů drsností, koník s upínacím hrotem, měřicí doteky, atd.)
 - více manipulace s hřídelovými díly při měření drsností oproti měření drsnosti ozubených kol, což vede k nepřesnostem měření (opakované vyrovňování dílu, náročné měření drsností na více průměrech)

8.3 Varianta III – Přesné časové rozvržení

Uspořádání jednotlivých měření závisí na jejich důležitosti a na četnosti měření (intervalech opakování). Přednost mají díly z operací broušení a díly měřené s vyšší četností. Patří sem měření opakující se 1x za 240 [min] a 1x 480 [min]. Poté následují měření opakující se 1x za 720 [min] a 1x za 1440 [min] a nakonec „týdenní měření“, která jsem rozložil rovnoměrně do určitých dnů v týdnu a přiřadil je k jednotlivým měřením s vyšší četností opakování ve vhodném časovém úseku, kde byl dostatek volného času k provedení měření. Mezi jednotlivými měřeními jsem zvolil časový prostor 5 minut, aby měl pracovník čas připravit pracoviště na další měření a mohl se plně soustředit na měření. V každé hodině jsem chtěl dosáhnout vzniku 10 minutové rezervy, kdyby došlo k nutnému přeměřování z oblasti tzv. ostatních měření případně neočekávaným situacím (nepovedené měření, náročnější čištění dílu, delší vyhodnocování, výměna měřicího doteku, kalibrace, atd.). Dále jsem musel brát v úvahu, že pracovníci mají povinné 30 minutové přestávky na jídlo po 4 hodinách. I přes tato omezení se mi podařilo jednotlivá měření uspořádat tak, že v každém 4hodinovém úseku byla vytvořena časová rezerva, která bude využita na tzv. ostatní měření.



Graf 4 - Předpokládaná přítomnost dílů na kruhoměrech – Varianta III

Analogicky variantám I a II byl vytvořen přibližný časový plán odměřování dílů (viz. graf 4). Z grafu vyplývá pravidelné rozvržení měření, kde byl získán dostatečný prostor pro realizaci ostatních měření. Došlo k výraznému snížení hromadění dílů na MS, kdy pracovníci mají v daném časovém úseku na měrovém středisku maximálně 3-4 díly, které se buď měří, nebo čekají na změření.

- výhody:

- časové zrovnoměrnění měření na jednotlivých měřících zařízeních, výskyt max. 4 dílů na MS (viz. graf 4)
- dostatek času na tzv. ostatní měření
- zkrácení reakční doby na cca 45 [min], vytvoření „standardu“ měření, zlepšení průchodnosti dílů
- při nečekaných měřeních je systém toku odměření donesených dílů stabilnější a při nahodilém měření se brzy vrátí do svého původního stavu
- zvýšení kapacity MS cca o 15 %
- obsluha stroje zná začátek a přibližný konec měření každého dílu, tudíž se nebude prodlužovat doba výroby na riziko
- nedochází k navýšení nákladů
- rovnoměrné vytížení pracovníků

- nevýhody:

- hrozí automatické „navyknutí“ na pravidelnost měření a při nečekaných měření by mohlo dojít k rozhození celého uspořádání
- v případě velkého nahromadění neočekávaných měření (ostatní měření, náhradní měření) popř. výpadku měřicího přístroje se opět prodlouží reakční doba, příp. budou muset být měřena pouze ta měření, která jsou prioritní
- v případě výroby pouze na některých obráběcích strojích (výroba neběží na 100%) se částečně naruší časový rozvrh při jejich rozběhu – díl je donesen v jiný časový okamžik

9. Vyhodnocení a výběr varianty

Pro vyhodnocení a výběr nejvhodnější varianty je nutné použít metodiku, která zohlední výhody a nevýhody navržených optimalizací s ohledem na předem stanovený cíl a vybraná varianta bude hodnocena jako přínosná.

9.1 Výběr nejvhodnější varianty [7]

Pro vyhodnocení variant, resp. pro výběr nejvhodnější varianty jsem použil metodu QFD. Quality Function Deployment můžeme přeložit jako rozpracování funkcí kvality. Tato metoda kvality pochází z Japonska. Je doporučenou metodou pro automobilový průmysl. Metoda QFD patří do širšího kontextu plánování kvality (APQP - Advanced Product Quality Planning) a využívá se nejvíce hned na úvod této činnosti k převodu požadavků zákazníka do požadavků na produkt. Nicméně se dá využívat v průběhu celého plánovacího procesu.

V této práci byla použita k porovnání míry splnění našich cílů u jednotlivých variant.

9.1.1 Co je to vlastně QFD? [7]

QFD je systematický proces, který pomáhá identifikovat požadavky zákazníka a přenášet je do všech funkcí a aktivit ve společnosti tak, že hlas zákazníka je brán

neustále na zřetel. Navíc, názorné vizuální velké pomůcky (matice) představují vždy vstup a výstup, což zajišťuje vizuální sledování potřeb zákazníka až do výroby.

9.1.2 Postup a výsledky aplikace metody QFD [8]

K aplikaci metody QFD bylo velice důležité, abych si byl přesně vědom cíle této optimalizace a určil si priority, které od optimalizace očekávám. Toto vše bylo detailně prodiskutováno a konzultováno s pracovníky MS a na základě jejich doporučení jsem sestavil matici QFD (viz. tab. 4).

Tab. 4 Vyhodnocení metodou QFD

	Požadavky	Priorita	Varianty		
			I.	II.	III.
1	Odbyt dílů na MS	5	9	3	9
2	Vytíženost pracovníků MS	4	1	3	9
3	Vytíženost měřicích přístrojů	3	3	1	3
4	Náklady na optimalizaci	3	1	3	9
5	Vytvoření standardu	3	9	3	9
6	Výroba na riziko	3	9	3	9
7	Čas pro ostatní měření	3	9	1	9
Výsledná hodnota			142	60	198

Legenda:

Priorita – značení na stupnici 1 (nejméně důležitá) až 5 (velmi důležitá).

Hodnocení variant – značení na stupnici 1 (nevyhovující), 3 (neutrální), 9 (vyhovující)

9.2 Vyhodnocení

Nejpřínosnější optimalizační návrh na základě bodového hodnocení je varianta III. Ukázalo se, že návrh časového rozvržení prováděných měření, je variantou, která splňuje většinu našich požadavků za účelem dosažení cíle optimalizace. Důležitým požadavkem jsou samozřejmě nízké náklady. Varianta I (navýšení pracovníků MS na 3 TRK v jedné směně) tento požadavek nesplňuje, neboť by došlo oproti porovnání se

současným stavem k navýšení mzdových nákladů o 1/3. Varianta II (záměna použití měřicích přístrojů pro určité díly) se ukázala ve výsledné hodnotě jako varianta nejméně vyhovující. Hlavním rozhodujícím faktorem bylo navýšení celkových časů měření, z čehož vyplynula příliš velká vytíženost jak pracovníků, tak i měřicích přístrojů, a to by mohlo mít za následek „ucpání systému“, kdy by se na MS hromadily díly, a nedocházelo by k jejich odměřování. Navíc by nezbyl žádný časový prostor na ostatní měření.

Výchozí návrh rozložení měření na kruhoměrech pro variantu II tak bude v následujícím odstavci zpracován detailněji pro všechna měření v průměrném dni, a to jak na kruhoměrech, tak na profiloměru.

Praktická aplikace metody QFD při optimalizaci měření na MS - TK prokázala vhodnost jejího použití a poskytla porovnání jednotlivých variant, díky jasně určeným prioritám a požadavkům, a následné jednoznačné určení neoptimálnější varianty.

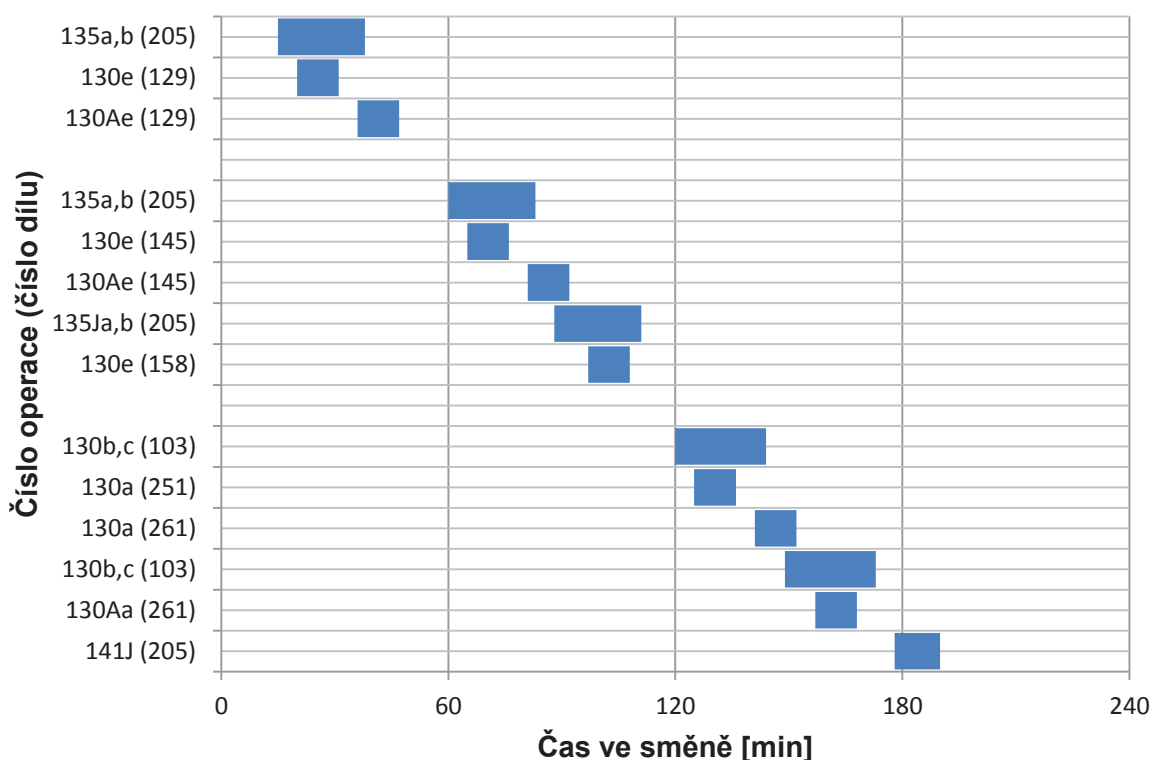
9.3 Detailní rozvrh měření [9]

Pro grafickou podobu aplikace varianty III. jsem použil Ganttův diagram (příloha 4 a 5), který zobrazuje odbyt měřených dílů převodovky na MS. Názorně je vidět v jaký čas se díl na MS vyskytuje, jak dlouho měření trvá (kdy měření končí) a také jak se jednotlivé časy paralelně prováděných měření (na dvou přístrojích najednou) překrývají. Diagram je jednoduchým grafickým znázorněním navrhovaného postupného odměřování dílů na daných měřicích zařízeních. Na vodorovné ose Ganttova diagramu je zanesen čas, tedy jak doba trvání, tak i doba začátku a konce měření. Svislá osa znázorňuje čísla operací a k nim čísla měřených dílů (poslední trojčíslí z výkresového čísla dílu). Tak je z diagramu názorně patrné jaký díl, po jaké operaci a v jaký čas je měřen.

Při sestavování Ganttova diagramu pro měření prováděná na kruhoměrech vztažená na čas v průměrném dni v pracovním týdnu jsem postupoval následovně (viz. diagram 1):

- pastorek ze 135a, b operace je ve 22:15 pracovníkem upnut do kruhoměru Roundscan 555 a probíhá spuštění programu (viz. graf 5, díl 205). To vše zabere nanejvýš 5 minut a dál pracuje měřicí přístroj sám až do okamžiku, kdy je nutno měření vyhodnotit. TRK si vezme ve 22:20 další díl - kolo 3.rychlosti ze 130e operace (viz. graf 5, díl 129). Díl je upnut a měřen na 2.kruhoměru F4004. Jelikož měření kola 3.rychlosti je časově méně náročné než pastorku, následuje po skončení měření prostor pro měření dalšího dílu na F4004. V tomto případě opět kolo 3.rychlosti, ale z jiného stroje (viz. graf 5, op. 130Ae, díl 129).

Po začátku měření tohoto kola následuje konec měření pastorku. A lze tak dát na měření další díl. Tímto způsobem jsem vytvořil sled odměřování dílů pro celou pracovní směnu, tedy měření dílů v řadě za sebou – 1TRK na 2 kruhoměry (viz. příloha 4). Analogicky jsem zpracoval Ganttův diagram pro profiloměr v celé pracovní směně (viz. příloha 5).



Graf 5 – Vysvětlení Ganttova diagramu pro oba kruhoměry

Na základě těchto dvou diagramů byl vytvořen časový rozvrh pro donesení dílů na MS - TK. Tento „časový plán“ pravidelných měření dle KPO bude následně zpracován do praxe (umístěn na jednotlivé operace, odkud nosí díly na MS) viz. Příloha 6.

Vzhledem k optimální vytíženosti pracovníků MS i měřicích přístrojů je tok odměřovaných dílů na MS vyhovující. Zároveň se podařilo vytvořit tzv. výrobní standart, kdy se výrazně snížila reakční doba, a změřený díl se do výroby vrací po max. 45 minutách.

11. Závěr

Cílem této bakalářské práce byla optimalizace měření na MS – TK převodovky MQ200 v hale M2. Optimalizace v sobě zahrnovala poznání samotné převodovky MQ200, výrobních procesů jednotlivých dílů převodovky. Poté seznámení s činnostmi pracovníků MS a bezprostředně poznání a seznámení se všemi prováděnými měřeními na dílech převodovky. Analyzoval jsem jednotlivá měření s ohledem na jejich četnost, počet měřených kusů, obráběcí operaci, celkový čas měření a hlavně o počet dílů vyskytujících se v daný časový okamžik na MS. Po takto provedeném rozboru bylo patrné, že optimalizace bude zapotřebí především z důvodu zkrácení reakční doby obsluhy na výsledek měření tak, aby obsluha výrobního stroje měla co nejrychlejší informace o výsledcích měření. Bylo nutné zamezit hromadění dílů na MS a najít nejvhodnější variantu pro zrovnoměnění chodu MS.

Varianty, kdy jsem zaměnil měřicí přístroje u daných měření popř. navýšil počet TRK o 1 v pracovní směně, se v konečném vyhodnocení pomocí metody plánování kvality výroby QFD ukázaly jako nevyhovující a naopak varianta III se ve výsledném hodnocení ukázala jako nejpřínosnější. Bylo provedeno detailní uspořádání měření, stanovení časových intervalů, kdy budou probíhat jednotlivá měření předepsané v KPO, a zároveň vytvoření časových prostorů pro ostatní měření. Toto vše znázorňují uvedené grafy, tabulky a přílohy s přehledem jednotlivých měření. Pro grafické znázornění jsem použil Ganttův diagram, kde je vidět tok dílů na MS.

Závěrem mého působení na MS, bylo vytvoření časového plánu pravidelných měření dle KPO, který bude postupně zapracován do výrobních procesů všech nákladových středisek.

Seznam použité literatury

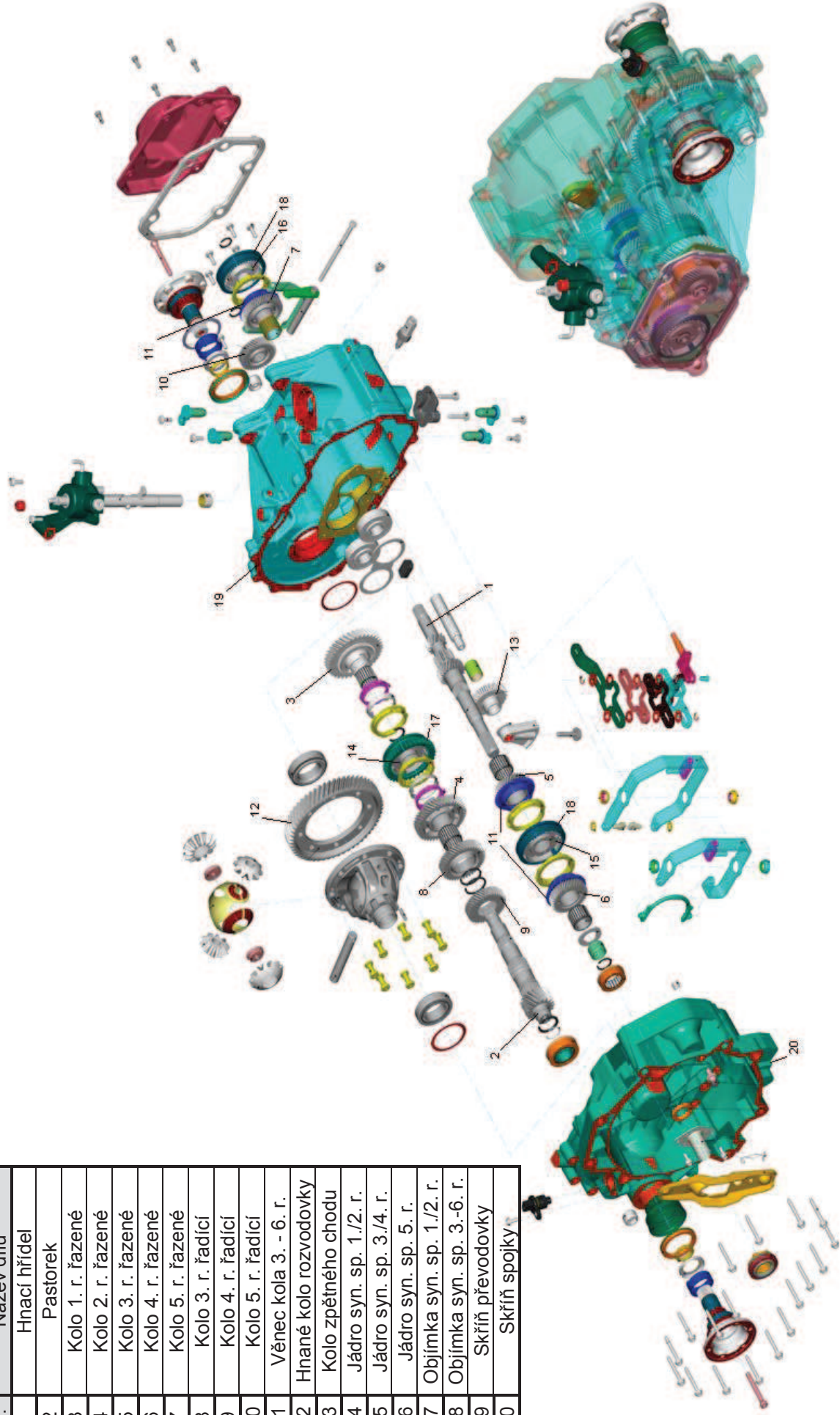
- [1] Škoda Auto a.s., *Celková prezentace Škoda Auto 2008*, Mladá Boleslav, 2008
- [2] Škoda Auto a.s., *Zpráva o stavu zaměstnanců 2011*, Mladá Boleslav, 30. 10. 2011
- [3] Škoda Auto a.s., *Prezentace Nové mechanické převodovky ve Fabii*, Mladá Boleslav, 2002
- [4] Škoda Auto a.s. [online]: 2011 [2011-02-11].
Dostupné na www: <<https://portal.skoda.vwg/>> (interní zdroj)
- [5] PLURA, J.: *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Computer Press, Praha, 2001
- [6] Volkswagen AG, *Metody v procesu vzniku výroby*, 2004
- [7] QFD – Quality Function Deployment [online]: 2010 [2011-12-10].
Dostupné na www: <<http://www.pqm.cz/NVCSS/qfdcs.html>>
- [8] Plánování řízení výroby [online]: 2009 2011-05-11].
Dostupné na www: <<http://www.systemonline.cz>>
- [9] Ganttův diagram [online]: 2011 [2011-11-11].
Dostupné na www: <<http://lorenc.info/3MA381/graf-ganttuv-diagram.htm>>
- [10] Ganttův diagram [online]: 2011 [2011-12-11].
Dostupné na www: <<http://www.efektivne.eu/ganttuv-diagram-v-excelu.html>>
- [11] Hommel etamic – Přehled měřících přístrojů [online]: 2011 [2011-12-11]. Dostupné na www: <<http://www.hommel-etamic.cz/>>

Přílohy

Příloha 1: Převodovka MQ200 – sestava	(1 stránka)
Příloha 2: Přehled prováděných měření na MS - TK	(13 stránek)
Příloha 3: Celkové časy měření – Varianta II	(2 stránky)
Příloha 4: Ganttův diagram – průměrný den na kruhoměrech	(1 stránka)
Příloha 5: Ganttův diagram – průměrný den na profiloměru	(1 stránka)
Příloha 6: Rozvrh měření ve výrobě	(5 stránek)
Příloha 7: Měřené parametry na MS - TK dle DIN ISO [11]	(1 stránka)

Příloha 1 – Převodovka MQ200 - Sestava

č.	Název dílu
1	Hnací hřídel
2	Pastorek
3	Kolo 1. r. řazené
4	Kolo 2. r. řazené
5	Kolo 3. r. řazené
6	Kolo 4. r. řazené
7	Kolo 5. r. řazené
8	Kolo 3. r. řadící
9	Kolo 4. r. řadící
10	Kolo 5. r. řadící
11	Věncová kola 3. - 6. r.
12	Hnané kolo rozvodovky
13	Kolo zpětného chodu
14	Jádro syn. sp. 1./2. r.
15	Jádro syn. sp. 3./4. r.
16	Jádro syn. sp. 5. r.
17	Objímka syn. sp. 1./2. r.
18	Objímka syn. sp. 3.-6. r.
19	Skříň převodovky
20	Skříň spojky



Příloha 2 - Přehled prováděných měření na MS - TK

Měřené díly											Celkový čas měření [min]			
Název dílu	Číslo dílu	Op.	Měření	Měřicí zařízení	Počet strojů	Četnost měření	Interval [min]	čistění	upnutí	měření	vyhodnocení			
Hnací hřídel	02T 311 103	5	kruhovitost obou středních důlků max. 0,01	RoundScan 555	1	1	10080			10				
Hnací hřídel	02T 311 103	10a	tvarové sražení dle výkres. detailu P	T8000RC	4	1	40320			7				
Hnací hřídel	02T 311 103	10b	Ø25,8+0,2 / odstup 0,35+0,2 délky 20,9-0,15-0,25/23,5-0,2/ tvar naběhu pro gufero - do vzdál. 4,07±0,2	T8000RC	4	1	10080			12				
Hnací hřídel	02T 311 103	30a	tvar střikování dle tabulky (WSK 014 304 z 21.3.2007) Ø25,55±0,2;Ø25,5±0,2; délky:44,83±0,05;44,95±0,05; 44,63±0,05;	T8000RC	1	1	10080			30				
Hnací hřídel	02T 311 103	30b	délka 44,83±0,05	T8000RC	1	1	480			8				
Hnací hřídel	02T 311 103	130a	ax.délky:70,8-0,25 dodržet na 80,35-0,25 20,9-0,2 dodržet na 107,74-0,2	T8000RC	2	1	240			6				
Hnací hřídel	02T 311 103	130b	Rz 2,5rad; Wt 2 na Ø30,5h6 Na Ø21,8h6; Ø21,012-0,012; Ø24,3h6; Ø24,1h6 kruhovitost 0,003 a rovnoběžnost 0,005mm; Na Ø30,5h6 přímost 0,003, kruhovitost 0,003, rovnoběžnost 0,004mm	T8000RC	2	1	10080			6				
Hnací hřídel	02T 311 103	130c		RoundScan 555	2	1	480			18				
Hnací hřídel	02T 311 103	135	profily zápchů R,T,V,W	T8000RC	1	1	20160			20				
Pastorek	02T 311 205	5	kruhovitost důlku max. 0,01	RoundScan 555	1	1	10080			10				
Pastorek	02T 311 205	10a	sražení 0,4+0,3 na hl.příměru	T8000RC	4	1	při změně typu			8				
Pastorek	02T 311 205	10b	profil zápchů Z na Ø32,7-0,2	T8000RC	4	1	480			9				
Pastorek	02T 311 205	10c	Modifikace programu na Ø34,84±0,015 pro drážkování III. Tech. rozměr- délka max.6 ze sražení zápchů „W“ rozdíl mezi oběma průměry max. 0,1.	T8000RC	4	1	10080			7				
Pastorek	02T 311 205	50	sražení ozubení 0,4+0,2;úhly 30°±10°;75°±10°	T8000RC	1	1	po výměně hladícího nástroje			15				
Pastorek	02T 311 205	130	profily zápchů R,T,U,V,W,X,X1,	T8000RC	1	1	20160			35				
Pastorek	02T 311 205	130J	profily zápchů R,T,U,V,W,X,X1,	T8000RC	1	1	20160			35				

Příloha 2 - Přehled prováděných měření na MS - TK

Měřené díly											Celkový čas měření [min]			
Název dílu	Číslo dílu	Op.	Měření	Měřicí zařízení	Počet strojů	Četnost měření	Interval [min]	čištění	upnutí	měření	vyhodnocení			
Pastorek	02T 311 205	135a	házení čela max.0.02/AB Ø 30,5 h6;Ø27 h6, kruhovitost 0,003/rovnoběžnost 0,003/přímost 0,002 Ø 32 h5 (26h5);Ø22,012-0,012 kruhovitost 0,003/rovnoběžnost 0,005 Ø 32 h5 (26h5) - přímost 0,003	RoundScan 555	2	1	240				16			
Pastorek	02T 311 205	135a		RoundScan 555	2	1	240							
Pastorek	02T 311 205	135b	Ø 30,5 h6 - Wt 2 Ø 27 h6 - Rz2,5 /radiálně/ Ø 32h5 - Rz3,5 /axiálně/	T8000RC	2	1	10080			7				
Pastorek	02T 311 205	135Ja	Ø 30,5 h6;Ø27 h6, kruhovitost 0,003/rovnoběžnost 0,003/přímost 0,002 Ø 32 h5 (26h5);Ø22,012-0,012 kruhovitost 0,003/rovnoběžnost 0,005 Ø 32 h5 (26h5) - přímost 0,003	RoundScan 555	1	1	240			16				
Pastorek	02T 311 205	135Jb	Ø 30,5 h6 - Wt 2 Ø 27 h6 - Rz2,5 /radiálně/ Ø 32h5 - Rz3,5 /axiálně/	T8000RC	1	1	10080			7				
Pastorek	02T 311 205	140	drsnost po evolventě max.Rz3	T8000RC	1	1	480			11				
Pastorek	02T 311 205	141J	Ø 32h5 kruhovitosť v 5-ti řezech (1um, filtr 15-150), Rz, Wt rad.	RoundScan 555	1	1	480			12				
HKR	02T 409 155	5, 10	Ø167,85-0,3 k úkosu	T8000RC	3	1	10080				10			
HKR	02T 409 155A	5, 10	Ø163,05-0,3 k úkosu	T8000RC	3	1	10080							
HKR	02T 409 155C	5, 10	Ø170,45-0,3 k úkosu	T8000RC	3	1	10080							
HKR	02T 409 155D,G	5, 10	Ø172,55-0,3 k úkosu	T8000RC	3	1	10080							
HKR	02T 409 155B	5, 10	Ø165,85-0,3 k úkosu	T8000RC	3	1	10080							
HKR	02T 409 155F	5, 10	Ø175,2-0,3 k úkosu	T8000RC	3	1	10080							
HKR	02T 409 155	5, 10	úhel 25°±2° a radius R2±0,4	T8000RC	3	1	10080							
HKR	02T 409 155	5, 10	Ø155 ± 0,25	T8000RC	3	1	10080							
HKR	02T 409 156H	5, 10	Ø172,6-0,3 k úkosu	T8000RC	3	1	10080							
HKR	02T 409 156E	5, 10	Ø170,5-0,3 k úkosu	T8000RC	3	1	10080							
HKR	02T 409 156N	5, 10	Ø168,15-0,3 k úkosu	T8000RC	3	1	10080							
HKR	02T 409 156L	5, 10	Ø171,85-0,25 k úkosu	T8000RC	3	1	10080							
HKR	02T 409 156Q	5, 10	Ø165,2-0,3 k úkosu	T8000RC	3	1	10080							
HKR	02T 409 111	140	drsnost po evolventě max.Rz3	T8000RC	3	1	240			11				

Příloha 2 - Přehled prováděných měření na MS - TK

Měřené díly												Celkový čas měření [min]			
Název dílu	Číslo dílu	Op.	Měření	Měřicí zařízení	Počet strojů	Četnost měření	Interval [min]	čištění	upnutí	měření	vyhodnocení				
Větec kola	02T 311 291 B	5a	úkos 8°±0,5°/ úhel 6,5°+15°-5°/ 13°±1°;úhel 95°±1° šířka úkosu 0,2±0,15	T8000RC	4	1	10080			7					
Větec kola	02T 311 291 B	5b	R 0,8±0,1/ výběh pod úhlem 95°±1°	T8000RC	4	1	10080			7,5					
Větec kola	02T 311 291 B	5c	kruhovitost kužele max. 0,04, obv. házení max. 0,04, rovnoběžn. Ø43,96+0,02 max. 0,007/kruhovitost 0,01	T8000RC	4	1	10080			7					
Větec kola	02T 311 291 B	15	95°±1°, souměrnost 0,2; ploška na střeše zubu 0,4-0,3	T8000RC	3	1	1440			8					
Schaltrad 1.r.	02T 311 251	5a	otvor Rz15 / věnce Rz25 / Rz6,3 nábojky	T8000RC	2	1	10080			6					
Schaltrad 1.r.	02T 311 251	5b	úhel 8°±30°;rovninnost L a P strany nábojky max. 0.03 úhel 9°35'±0,5°	T8000RC	2	1	10080			15					
Schaltrad 1.r.	02T 311 251,A,G	50a	sražení ozub. 0,4 +0,2;úhel 75°±10°;30°±10°	T8000RC	1	1	40320			20					
Schaltrad 1.r.	02T 311 251J,N	50b	sražení ozub. 0,3 +0,3;úhel 75°±10°;30°±10°	T8000RC	1	1	40320			20					
Schaltrad 1.r.	02T 311 251	50c	šíře 14 -0,4	T8000RC	1	1	40320			6					
Schaltrad 1.r.	02T 311 251	50d	souměrnost 0,2; úhel 45°±30°; ploška na střeše zubu 0,4-0,3	T8000RC	1	1	1440			5,5					
Schaltrad 1.r.	02T 311 251	130a	rovnoběžnost otvoru 0,007 konkav/0,003 konvex kruhovitost kužele a díry 0,003	F4004	1	1	480			11					
Schaltrad 1.r.	02T 311 251	130b	Rz2,5 po obvodu ; Wt rad. 2. přímomst hrany konce kužele max.0,4	T8000RC	1	1	10080			5					
Schaltrad 1.r.	02T 311 251	130c	díra Rz4 - ax.	T8000RC	1	1	480			3					
Schaltrad 1.r.	02T 311 251	130d	kužel-PT2-5/10 ax.	T8000RC	1	1	240			4					
Schaltrad 1.r.	02T 311 251	130e	kužel-Rz 2-4/10	T8000RC	1	1	480								
Schaltrad 2.r	02T 311 261	5a	díra Rz 15; nábojka Rz 6,3 ; věnce Rz 25	T8000RC	2	1	10080			6					
Schaltrad 2.r	02T 311 261	5b	úhel 8°±30°; rovninnost L a P strany nábojky max. 0,03 úhel 9°35'±0,5°	T8000RC	2	1	10080			15					

Příloha 2 - Přehled prováděných měření na MS - TK

Měřené díly												Celkový čas měření [min]			
Název dílu	Číslo dílu	Op.	Měření	Měřicí zařízení	Počet strojů	Četnost měření	Interval [min]	čistění	upnutí	měření	vyhodnocení				
Schaltrad 2.r	02T 311 261	50a	sražení ozub. 0,4+0,2; úhel 75° ±10°, 30° ±10°	T8000RC	1	1	40320			20					
Schaltrad 2.r	02T 311 261	50b	sražení ozub. 0,3+0,3; úhel 75° ±10°, 30° ±10°	T8000RC	1	1	40320			20					
Schaltrad 2.r	02T 311 261	50c	šíře 14 -0,4	T8000RC	1	1	40320			6					
Schaltrad 2.r	02T 311 261	50d	souměrnost 0,2;úhel 45° ±30°; ploška na sířeše zubu 0,4 - 0,3	T8000RC	1	1	1440			5,5					
Schaltrad 2.r	02T 311 261	130a	rovnoběžnost otvoru 0,007 konkav/0,003 konvex kruhovítost kužele a díry 0,003	F4004	1	1	480			11					
Schaltrad 2.r	02T 311 261	130b	Rz2,5 po obvodu; Wt rad. 2. přímlost hrany konce kužele max.0,4	T8000RC	1	1	10080			5					
Schaltrad 2.r	02T 311 261	130c	díla Rz4 - ax.	T8000RC	1	1	480			3					
Schaltrad 2.r	02T 311 261	130d	kužel-PT 2-5/10 ax.	T8000RC	1	1	240			4					
Schaltrad 2.r	02T 311 261	130e	kužel-Rz 2-4/10	T8000RC	1	1	480								
Schaltrad 2.r	02T 311 261	130Aa	rovnoběžnost otvoru 0,007 konkav/0,003 konvex kruhovítost kužele a díry 0,003	F4004	1	1	480			11					
Schaltrad 2.r	02T 311 261	130Ab	Rz2,5 po obvodu; Wt rad. 2. přímlost hrany konce kužele max.0,4	T8000RC	1	1	10080			5					
Schaltrad 2.r	02T 311 261	130Ac	díla Rz4 - ax.	T8000RC	1	1	480			3					
Schaltrad 2.r	02T 311 261	130Ad	kužel-PT 2-5/10 ax.	T8000RC	1	1	240			4					
Schaltrad 2.r	02T 311 261	130Ae	kužel-Rz 2-4/10	T8000RC	1	1	480								
Schaltrad 3.r	02T 311 131	5a	drsnost levé str.na kótě 26,4-0,045-0,095 - Rz 6,3 max drsnost pr.str.na kótě 26,4-0,045-0,095 - Rz 6,3 max drsnost u Ø44-0,02 - Rz 6,3 max.	T8000RC	1	1	480			8					
Schaltrad 3.r	02T 311 131	5b	rovinnost levé a pravé strany nábojky max. 0,03	F4004	1	1	10080			5					
Schaltrad 3.r	02T 311 131	5c	kruhovitost na Ø44-0,02 max. 0,006 rovnoběžnost na Ø44-0,02 max. 0,012	F4004	1	1	změna typu			7,5					
Schaltrad 3.r. úplné	02T 311 129	80	kruhovitost do 0,040	F4004	1	1	při seřízení			6,5					

Příloha 2 - Přehled prováděných měření na MS - TK

Měřené díly											
Název dílu	Číslo dílu	Op.	Měření	Měřicí zařízení	Počet strojů	Četnost měření	Interval [min]	čištění	upnutí	měření	vyhodnocení
Schaltrad 3.r. úplné	02T 311 129	130a	drsnost Ø35,5 G6 - axiálně Rz4	T8000RC	1	1	480			3	
Schaltrad 3.r. úplné	02T 311 129	130b	drsnost kužele Rz 2 - 4 ,Pt 2 - 5	T8000RC	1	1	480			4	
Schaltrad 3.r. úplné	02T 311 129	130c	drsnost Ø35,5 G6 radiálně Rz2,5	T8000RC	1	1	10080			5	
Schaltrad 3.r. úplné	02T 311 129	130d	vlnitost Ø35,5 G6 Wt radial 2	T8000RC	1	1	10080				
Schaltrad 3.r. úplné	02T 311 129	130e	kruhovitost Ø35,5 G6 - 0,003 rovnoběžnost Ø35,5G6 0,007/A (konkávní nebo konvexní 0,003) kruhovitost kuželu 0,003, házení kuželu 0,03/A	F4004	1	1	240			11	
			přímost hrany konce kužele max.0,4 / AB	T8000RC	1	1	10080				
Schaltrad 3.r. úplné	02T 311 129	130f									
Schaltrad 3.r. úplné	02T 311 129	130Aa	drsnost Ø35,5 G6 - axiálně Rz4	T8000RC	1	1	480			3	
Schaltrad 3.r. úplné	02T 311 129	130Ab	drsnost kužele Rz 2 - 4 ,Pt 2 - 5	T8000RC	1	1	480			4	
Schaltrad 3.r. úplné	02T 311 129	130Ac	drsnost Ø35,5 G6 radiálně Rz2,5	T8000RC	1	1	10080			5	
Schaltrad 3.r. úplné	02T 311 129	130Ad	vlnitost Ø35,5 G6 Wt radial 2	T8000RC	1	1	10080				
Schaltrad 3.r. úplné	02T 311 129	130Ae	kruhovitost Ø35,5 G6 - 0,003 rovnoběžnost Ø35,5G6 0,007/A (konkávní nebo konvexní 0,003) kruhovitost kuželu 0,003, házení kuželu 0,03/A	F4004	1	1	240			11	
			přímost hrany konce kužele max.0,4 / AB	T8000RC	1	1	10080				
Schaltrad 4.r	02T 311 149	5a	drsnost pravé strany kóty 2,0-0,1 Rz 6,3max. drsnost l.a pr.str. na kotě 26,4- 0,05 Rz6,3 max. drsnost u Ø44-0,02 - Rz 6,3 max.	T8000RC	1	1	480			8	
			rovinnost levé a pravé strany nábojky max. 0,03	F4004	1	1	10080			5	

Příloha 2 - Přehled prováděných měření na MS - TK

Měřené díly										Celkový čas měření [min]			
Název dílu	Číslo dílu	Op.	Měření	Měřicí zařízení	Počet strojů	Četnost měření	Interval [min]	čištění	upnutí	měření	vyhodnocení		
Schaltrád 4.r	02T 311 149	5c	kruhovitost na Ø44-0,02 max. 0,006 rovnoběžnost na Ø44-0,02 max. 0,012 rozměr maz.drážky 40 min. a Ø46+1	F4004	1	1	změna typu			7			
Schaltrád 4.r úplné	02T 311 145	130a	drsnost Ø35,5 G6 - axiálně Rz4	T8000RC	1	1	480			3			
Schaltrád 4.r úplné	02T 311 145	130b	drsnost kužele Rz 2 - 4 ,Pt 2 - 5	T8000RC	1	1	480			4			
Schaltrád 4.r	02T 311 145	130c	drsnost Ø35,5 G6 radiálně Rz2,5	T8000RC	1	1	1080			5			
Schaltrád 4.r úplné	02T 311 145	130d	vlnitost Ø35,5 G6 Wt radial 2	T8000RC	1	1	1080						
Schaltrád 4.r úplné	02T 311 145	130e	kruhovitost Ø35,5 G6 - 0,003 rovnoběž na Ø35,5G6 - 0,007/A (konkavní nebo konvexní 0,003) kruhovitost kuželu - 0,003 házení kuželu 0,03/A	F4004	1	1	240			11			
Schaltrád 4.r úplné	02T 311 145	130f	přímost hrany konce kužele max.0,4 / AB	T8000RC	1	1	1080						
Schaltrád 4.r úplné	02T 311 145	130Aa	drsnost Ø35,5 G6 - axiálně Rz4	T8000RC	1	1	480			3			
Schaltrád 4.r úplné	02T 311 145	130Ab	drsnost kužele Rz 2 - 4 ,Pt 2 - 5	T8000RC	1	1	480			4			
Schaltrád 4.r	02T 311 145	130Ac	drsnost Ø35,5 G6 radiálně Rz2,5	T8000RC	1	1	1080			5			
Schaltrád 4.r úplné	02T 311 145	130Ad	vlnitost Ø35,5 G6 Wt radial 2	T8000RC	1	1	1080						
Schaltrád 4.r úplné	02T 311 145	130Ae	kruhovitost Ø35,5 G6 - 0,003 rovnoběž na Ø35,5G6 - 0,007/A (konkavní nebo konvexní 0,003) kruhovitost kuželu - 0,003 házení kuželu 0,03/A	F4004	1	1	240			11			
Schaltrád 4.r úplné	02T 311 145	130Af	přímost hrany konce kužele max.0,4 / AB	T8000RC	1	1	1080						

Příloha 2 - Přehled prováděných měření na MS - TK

Měřené díly										Celkový čas měření [min]			
Název dílu	Číslo dílu	Op.	Měření	Měřicí zařízení	Počet strojů	Četnost měření	Interval [min]	čištění	upnutí	měření	vyhodnocení		
Schaltrád 5.r	02T 311 159	5a	drsnost pr.str. na kotě 25,64-0,05-Rz 6,3 max. drsnost l. str. na kotě 25,64 - 0,05 - Rz 6,3 max. drsnost u Ø44-0,02 - Rz 6,3 max.	T8000RC	1	1	480			8			
Schaltrád 5.r	02T 311 159	5b	rovinnost levé a pravé strany nábojky max. 0,03	F4004	1	1	10080			5			
Schaltrád 5.r	02T 311 159	5c	kruhovitost na Ø44-0,02 max. 0,006 rovnoběžnost na Ø44-0,02 max. 0,013	F4004	1	1	změna typu			7			
Schaltrád 5.r úplné	02T 311 158	130a	drsnost Ø32 G6 - axiálně Rz 4 max	T8000RC	1	1	480			3			
Schaltrád 5.r úplné	02T 311 158	130b	drsnost kužele Rz 2 - 4 ,Pt 2 - 5	T8000RC	1	1	480			4			
Schaltrád 5.r úplné	02T 311 158	130c	drsnost Ø32 G6 radiálně Rz2,5	T8000RC	1	1	10080			5			
Schaltrád 5.r úplné	02T 311 158	130d	vlnitost Ø32 G6 Wt radial 2	T8000RC	1	1	10080						
Schaltrád 5.r úplné	02T 311 158	130e	kruhovitost Ø32 G6 - 0,003 rovnoběž na Ø32G6 -0,007/A (konkávní a nebo konvexní 0,003) kruhovitost kuželu - 0,003 házení kuželu 0,03/A	F4004	1	1	240			11			
Schaltrád 5.r úplné	02T 311 158	130f	přímlost hrany konce kužele max.0,4 / AB	T8000RC	1	1	10080						
Schaltrád 5.r úplné	02T 311 158	130Aa	drsnost Ø32 G6 - axiálně Rz 4 max	T8000RC	1	1	480			3			
Schaltrád 5.r úplné	02T 311 158	130Ab	drsnost kužele Rz 2 - 4 ,Pt 2 - 5	T8000RC	1	1	480			4			
Schaltrád 5.r úplné	02T 311 158	130Ac	drsnost Ø32 G6 radiálně Rz2,5	T8000RC	1	1	10080			5			
Schaltrád 5.r úplné	02T 311 158	130Ad	vlnitost Ø32 G6 Wt radial 2	T8000RC	1	1	10080						
Schaltrád 5.r úplné	02T 311 158	130Ae	kruhovitost Ø32 G6 - 0,003 rovnoběž na Ø32G6 -0,007/A (konkávní a nebo konvexní 0,003) kruhovitost kuželu - 0,003 házení kuželu 0,03/A	F4004	1	1	240			11			
Schaltrád 5.r úplné	02T 311 158	130Af	přímlost hrany konce kužele max.0,4 / AB	T8000RC	1	1	10080						

Příloha 2 - Přehled prováděných měření na MS - TK

Měřené díly												Celkový čas měření [min]			
Název dílu	Číslo dílu	Op.	Měření	Měřicí zařízení	Počet strojů	Četnost měření	Interval [min]	čištění	upnutí	měření	vyhodnocení				
Rad 3.r.	02T 311 285	5	sraž.levé str.u Ø33,95H8 do Ø34,6+0,1x45° sražení do Ø 42,75±0,5	T8000RC	2	1	při přesetřžení na typ 285AG-ANG,AA-ANG			9					
Rad 3.r.	02T 311 285	5	sražení do Ø41±0,1	T8000RC	2	1	10080								
Rad 3.r.	02T 311 285	5a	rovinnost levé strany nábojky max. 0,02	F4004	2	1	10080			4					
Rad 3.r.	02T 311 285	5b	drsnost levé a pr.strany nábojky max. Rz 6,3	T8000RC	2	1	480			5					
Rad 3.r.	02T 311 285	10	rovinnost pravé strany nábojky max. 0,02	F4004	1	1	10080			4					
Rad 3.r.	02T 311 285	135	drsnost v patě drážkování Rz 6,3 max.	T8000RC	1	1	480			3,5					
Rad 4.r	02T 311 351	5a	drsnost pravé strany nábojky max. Rz6,3	T8000RC	1	1	480			3					
Rad 4.r	02T 311 351	5b	rovinnost pravé strany nábojky max. 0,02	F4004	1	1	10080			4					
Rad 4.r	02T 311 351	10	drsnost levé strany nábojky max. Rz 6,3	T8000RC	1	1	240			3					
Rad 4.r	02T 311 351	10	rovinnost levé strany nábojky max. 0,02	F4004	1	1	10080			4					
Rad 4.r	02T 311 351	135	drsnost v patě drážkování Rz 6,3 max.	T8000RC	1	1	480			8					
Rad 5.r	02T 311 361	5a	drsnost pravé strany na kótě 18-0,05 max.Rz 6,3	T8000RC	1	1	480			3					
Rad 5.r	02T 311 361	5b	rovinnost nábojky max 0,02	F4004	1	1	10080			4					
Rad 5.r	02T 311 361	10	rovinnost levé strany na kótě 18 - 0,05 max. 0,02	F4004	1	1	10080			4					
Kolo zpět. chodu	02T 311 531	5, 10	Ø58,9±0,2; R6,6±1 tvarové sražení dle výkres detailu A-A	T8000RC	1	1	10080			8					
Kolo zpět. chodu	02T 311 531	65	tvar sříškování dle tabulky (WSK 014 303 z 21.3.2007)	T8000RC	1	1	10080			30					

Příloha 2 - Přehled prováděných měření na MS - TK

Měřené díly											
Název dílu	Číslo dílu	Op.	Měření	Měřicí zařízení	Počet strojů	Četnost měření	Interval [min]	čištění	upnutí	měření	vyhodnocení
Jádro syn. sp. 1/2R	02T 311 243A	5a	drsnost čel v odlehčení Rz 10 na Rz 8	T8000RC	2	1	240			4	
Jádro syn. sp. 1/2R	02T 311 243A	35b	Drsnost u přesaz. 6 zubů Rz 22um max. Výška u největší špičky profilu drsnosti u přesazených 6-ti zubů Rp 18 um max.	T8000RC	1	1	po výměně nástroje			12	
Jádro syn. sp. 1/2R	02T 311 243A	35c	Přímost u přesaz. 6-ti zubů 25µm max.	F4004	1	1	po výměně nástroje			10	
Jádro syn. sp. 5.R	02T 311 244D	5	55,3-0,3 sražení z obou stran do prům. 20+0,2	T8000RC	2	1	10080			8	
Jádro syn. sp. 5.R	02T 311 244D	5a	drsnost levé a pravé nábojky Rz. 6,3 max.	T8000RC	2	1	240			3	
Jádro syn. sp. 5.R	02T 311 244D	5b	rovinnost nábojek max. 0,02 kuželovitost pr. 18,1H8 (+0,033)	T8000RC	2	1	10080			12	
Jádro syn. sp. 5.R	02T 311 244D	35a	Drsnost drážek Rz 25 max.;	T8000RC	1	1	po výměně nástroje			20	
Jádro syn. sp. 5.R	02T 311 244D	35b	Drsnost u přesaz. 6 zubů Rz 22um max. Výška u největší špičky profilu drsnosti u přesazených 6-ti zubů Rp 18 um max.	T8000RC	1	1	po výměně nástroje			12	
Jádro syn. sp. 5.R	02T 311 244D	35c	Přímost u přesaz. 6-ti zubů 25µm max.	F4004	1	1	po výměně nástroje			10	
Jádro syn. sp. 3/4.R	02T 311 309D	5a	drsnost nábojek max. Rz 6,3	T8000RC	2	1	240			3	
Jádro syn. sp. 3/4.R	02T 311 309D	5b	drsnost sraž. 15°±1° max.Rz 10 z obou stran	T8000RC	2	1	10080			6,25	

Příloha 2 - Přehled prováděných měření na MS - TK

Měřené díly											
Název dílu	Číslo dílu	Op.	Měření	Měřicí zařízení	Počet strojů	Četnost měření	Interval [min]	čištění	upnutí	měření	vyhodnocení
Jádro syn. sp. 3/4,R	02T 311 309D	5c	sraž.u pr. 26,4H8 z obou stran do pr. 28,05+0,2 15°±1° a sražení 1,5±0,1 z obou stran	T8000RC	2	1	10080			18,5	
Jádro syn. sp. 3/4,R	02T 311 309D	35b	Drsnost u přesaz. 6 zubů Rz 22um max. Výška u největší špičky profilu drsnosti u přesazených 6-ti zubů Rp 18 um max.	T8000RC	1	1	po výměně nástroje			12	
Jádro syn. sp. 3/4,R	02T 311 309D	35c	Přímost u přesaz. 6-ti zubů 25µm max.	F4004	1	1	po výměně nástroje			10	
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	10a	prům.67+0,2; 1,9+0,3 z levé strany; 2,8+0,3 z pravé strany; prům.69,5+0,5; 8°±30'; R1 max; 25°±2°	T8000RC	2	1	10080			13,75	
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	10b	kruhovitost otvoru max. 0,03	F4004	2	1	10080			8	
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	11a	R 0,4 max.; úhel 8°±2°	T8000RC	1	1	po výměně nástroje			8	
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	11b	R 0,4 max.; úhel 8°±2° sražení na průměru 66,95 sražení na průměru 69,15 úhel 120°	T8000RC	1	1	při zkoušce nového trnu			12	
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	20a	povrch Rz 25 max. na prům. 74,4-0,1	T8000RC	2	1	10080			9,5	
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	20b	1+0,5x45° 10,9±0,1	T8000RC	2	1	10080			10,5	

Příloha 2 - Přehled prováděných měření na MS - TK

Měřené díly										Celkový čas měření [min]			
Název dílu	Číslo dílu	Op.	Měření	Měřicí zařízení	Počet strojů	Četnost měření	Interval [min]	čištění	upnutí	měření	vyhodnocení		
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	25a	úhel 3°27'56" ± 26'1"; (přepočít 4°±30') R 0,3max.;	T8000RC	1	1	po výměně nástroje			25			
			úhel 8°40'56" + 4°22'53" (přepočít z 10°+5°) 8,2+0,5 dodržet na 8,36+0,5; 4,9±0,5 dodržet na 5,06±0,5; přímost 0,01 do vzdál. 6,8 min.										
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	25d	prům. 69,2min.	Digitální posuvka	1	1	480			12			
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	30a	25°-1°; R0,5±0,2; 8,1-0,1; 5,6+0,1; R0,5±0,2; 25°-1°	T8000RC	1	1	1440			15			
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	30b	8,1-0,1	T8000RC	1	1	480			10			
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	30c	drsnost povrchu Rz 25 max.	T8000RC	1	1	10080			5			
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	35a	změřit R 0,4 max.	T8000RC	1	1	po výměně nástroje			8			
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	35b	R 0,4 max.;	T8000RC	1	1	při zkoušce nového trnu			6			
			sražení hlav. Hran 120° sražení na průměru 66,95 sražení na průměru 69,2-0,1 úhel 8°±2°										
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	40a	provedení úhel 90°±1°; soutměrost 0,2/C	T8000RC	2	1	480			9			
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	40b	drsnost povrchu Rz 16 max.	T8000RC	2	1	10080			6,75			
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	65a	axiální rozměry (WSK 014305 z 26.4.02)	T8000RC	1	1	10080			19			
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	65b	11,96±0,1	T8000RC	1	1	480			18			
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	65c	úhly W°±3° dle tab. (WSK 014305 z 26.4.02) průměr 85,6+0,4 souměrnost 0,5/B (B=prům. 66,4H8)	T8000RC	1	1	20160			28			

Příloha 2 - Přehled prováděných měření na MS - TK

Měřené díly												Celkový čas měření [min]			
Název dílu	Číslo dílu	Op.	Měření	Měřicí zařízení	Počet strojů	Četnost měření	Interval [min]	čištění	upnutí	měření	vyhodnocení				
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	140	drsnost povrchu Rz 3 max.	T8000RC	2	1	480			3,5					
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	145a	20,37±0,1; hodnota po seřízení	T8000RC	1	1	240			5					
Obj. syn. sp. 1/2.r.	02T 311 255C	145b	7+0,1; (3x po 120°; průměrná hodnota)	T8000RC	1	1	120			5					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	10a	prům. 69,95+0,2; sražení prům. 72,9+0,5; 1,9+0,3 z obou stran 8°±0,5°; R1 max.; 25°±2°;	T8000RC	4	1	10080			13,75					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	10b	kruhovitost otvoru max. 0,015	F4004	4	1	10080			8					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	11a	R 0,4 max.; úhel 8°±2°	T8000RC	1	1	po výměně nástroje			8					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	11b	R 0,4 max.; úhel 8°±2° sražení na průměru 70,05 sražení na průměru 72,45	T8000RC	1	1	při zkoušce nového trnu			12					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	20a	sražení z obou stran zápichu 0,2+0,3x45°	T8000RC	1	1	10080			16					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	20b	drsnost povrchu Rz 25 max. na prům. 78,2-0,1	T8000RC	1	1	10080			14					
Obj. syn. sp. 3-6.r.			3°27'56"±26"1" do vzdál.3min; (přepočít 4°±30') R 0,3max.; úhel 8°40'56"+4°22'53" (přepočít z 10°+5°) vzdál. 5,2+0,5 dodržet na 5,36+0,5; přímmost 0,01 do vzdál. 3 min.;	T8000RC	1	1	po výměně nástroje			25					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	25a													
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	25b	průměr 72,8 min.na 72,9 min. průměr 72,8 min.na 72,85 min.	T8000RC	1	1	po výměně nástroje			13					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	25c	vzdál. 5,2+0,5 dodržet na 5,36+0,5	T8000RC	1	1	10080			15					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	25d	prům. 72,8 min.na 72,9 min.	T8000RC	1	1	480			13					

Příloha 2 - Přehled prováděných měření na MS - TK

Měřené díly												Celkový čas měření [min]			
Název dílu	Číslo dílu	Op.	Měření	Měřicí zařízení	Počet strojů	Četnost měření	Interval [min]	čištění	upnutí	měření	vyhodnocení				
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	25e	prům. 72,8 min.na 72,85 min. 25°-1°; R 0,5±0,2; 7,45+0,1; 5,6+0,1; R 0,5±0,2;	T8000RC	1	1	480			13					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	30a		T8000RC	1	1	1440			16,5					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	35a	sraž. hlav. hran 55°+1° R 0,4 max.	T8000RC	1	1	při výměně nástroje			6					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	35b	sraž. hlav. hran 55°+1° R 0,4 max. sražení na průměru 70,25-0,15 sražení na průměru 72,50-0,2	T8000RC	1	1	při zkoušce nového trnu			8					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	40a	úhel 120°±1°; soutměrnost 0,2/C;	T8000RC	2	1	480			9					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	40b	drsnost povrchu Rz 15 max.	T8000RC	2	1	10080			6,5					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	140	drsnost povrchu Rz 3 max.	T8000RC	2	1	480			5,5					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	145a	14,1+0,02;-0,08	T8000RC	2	1	90			2,5					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	145b	drsnost povrchu Rz 3 max.	T8000RC	2	1	240			5,75					
Obj. syn. sp. 3-6.r.	02T 311 315D	145c	rovinnost čel 0,05	T8000RC	2	1	10080			10					
Náhradní měření															

Příloha 3 – Celkové časy měření – Varianta II

Původní stav:

Hnací hřídel

Měřený díl	Číslo operace	Druh měření	Četnost měření	Měřicí přístroj	Doba měření
Hnací hřídel	130	Rz, Wt	1/10080	Roundscan 555	6 [min]
		Kruhovitost, Rovnoběžnost	1/480		18 [min]
Čas celkem 24 [min]					

Pastorek

Měřený díl	Číslo operace	Druh měření	Četnost měření	Měřicí přístroj	Doba měření
Pastorek	135	Rz, Wt	1/10080	Roundscan 555	7 [min]
		Kruhovitost, Rovnoběžnost	1/240		16 [min]
Čas celkem 24 [min]					

Ozubená kola rychlostí 1°, 2°

Měřený díl	Číslo operace	Druh měření	Četnost měření	Měřicí přístroj	Doba měření
1°, 2°	135	Kruhovitost, rovnoběžnost	1/480	F4004	11 [min]
		Rz, Wt	1/10080	T8000RC	5 [min]
Čas měření 16 [min] + čas manipulace 3 [min] = 19 [min]					

Ozubená kola rychlostí 3°, 4°, 5°

Měřený díl	Číslo operace	Druh měření	Četnost měření	Měřicí přístroj	Doba měření
3°, 4°, 5°	135	Kruhovitost, Rovnoběžnost	1/240	F4004	11[min]
		Rz, Wt	1/10080	T8000RC	5 [min]
Čas měření 16 [min] + čas manipulace 3 [min] = 19 [min]					

Příloha 3 – Celkové časy měření – Varianta II

Optimalizace:

Hnací hřídel

Měřený díl	Číslo operace	Druh měření	Četnost měření	Měřicí přístroj	Doba měření
Hnací hřídel	130	Rz, Wt	1/10080	T8000RC	6 [min]
		Kruhovitost, Rovnoběžnost	1/480	F4004	25 [min]
Čas měření 31 [min] + čas manipulace 3 [min] = 34 [min]					

Pastorek

Měřený díl	Číslo operace	Druh měření	Četnost měření	Měřicí přístroj	Doba měření
Pastorek	135	Rz, Wt	1/10080	T8000RC	7 [min]
		Kruhovitost, Rovnoběžnost	1/240	F4004	24 [min]
Čas měření 31 [min] + čas manipulace 3 [min] = 34 [min]					

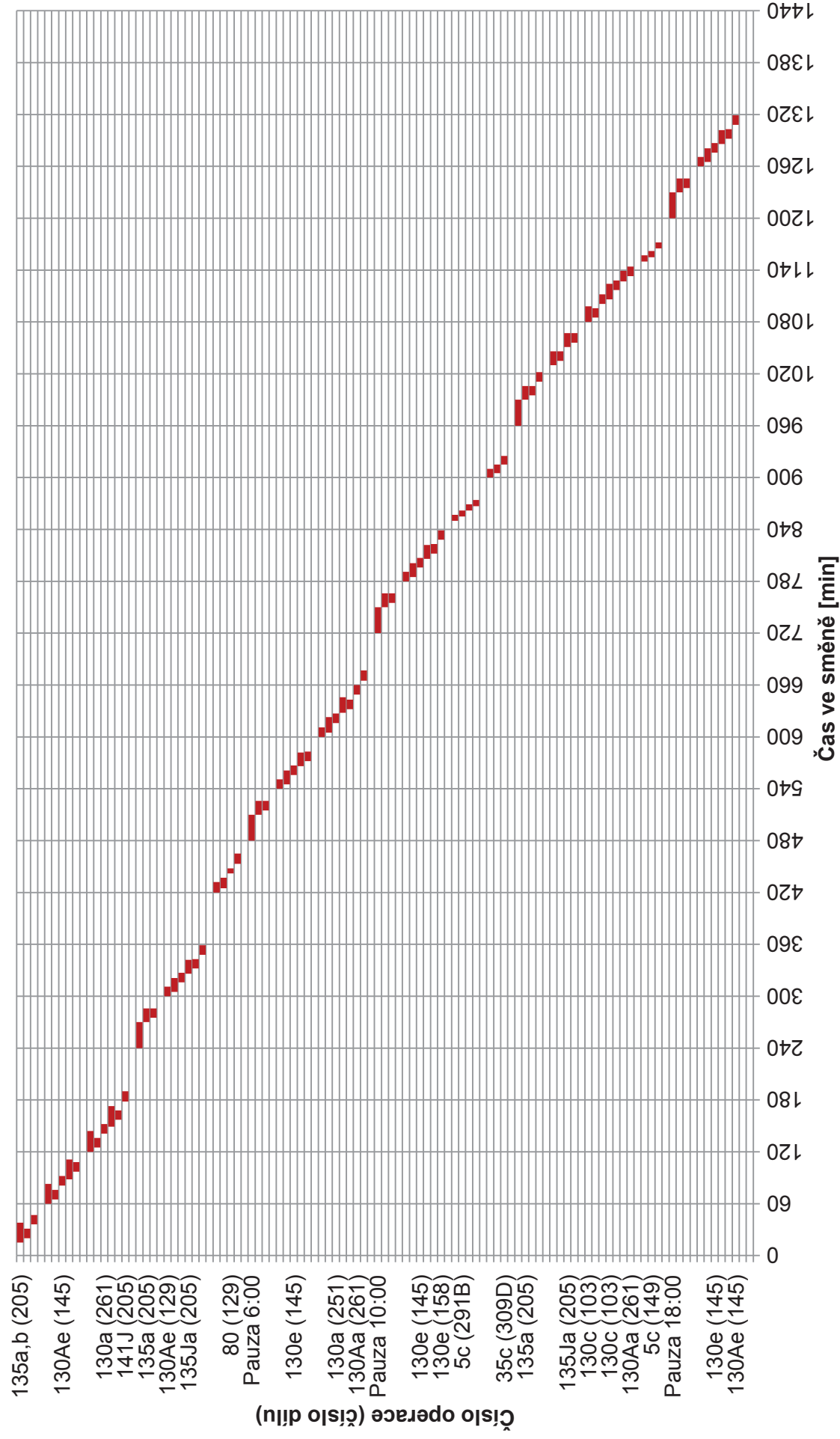
Ozubená kola rychlostí 1°, 2°

Měřený díl	Číslo operace	Druh měření	Četnost měření	Měřicí přístroj	Doba měření
1°, 2°	135	Kruhovitost, rovnoběžnost	1/480	Roundscan 555	10 [min]
		Rz, Wt	1/10080		5 [min]
Čas celkem 15 [min]					

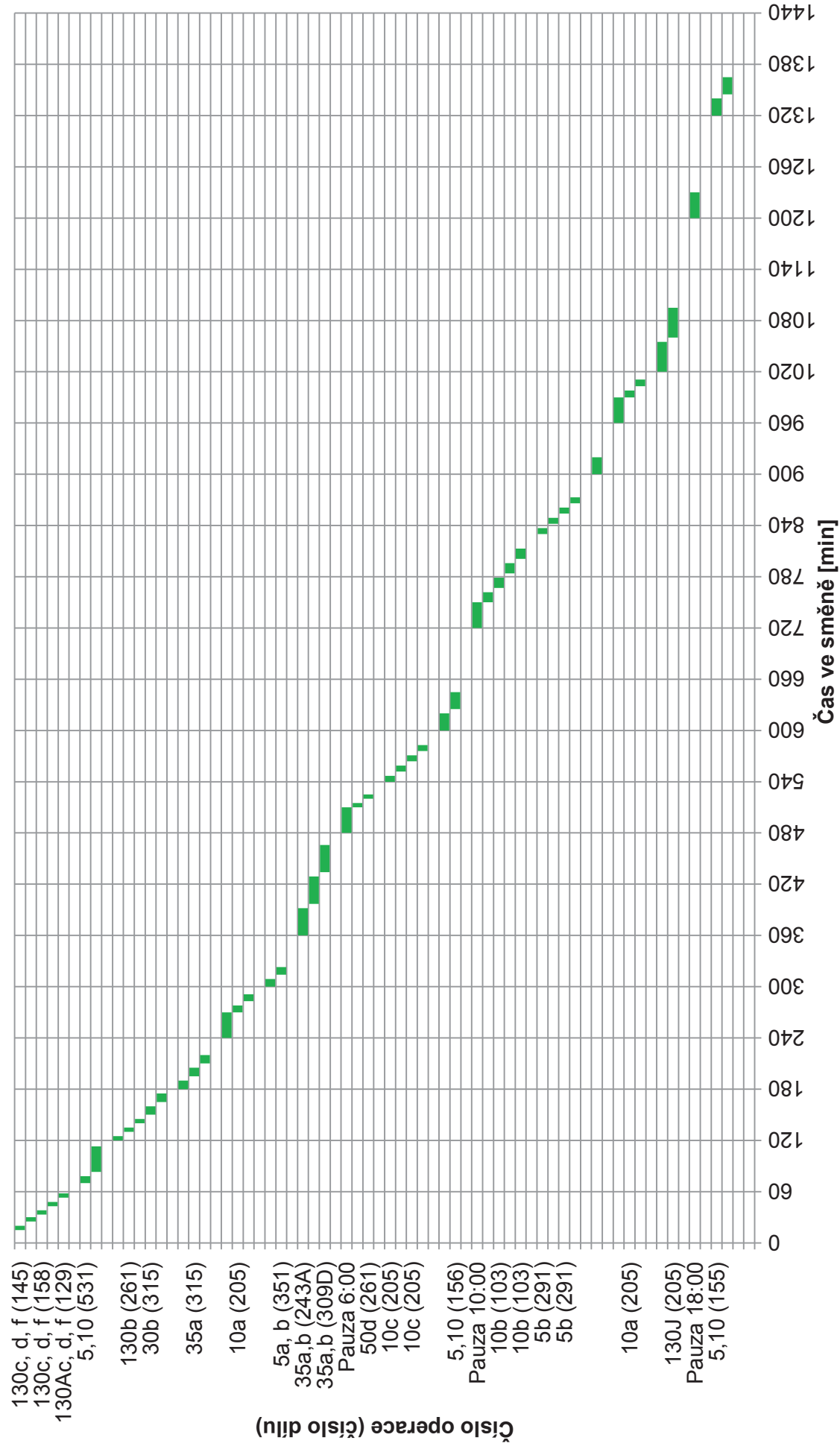
Ozubená kola rychlostí 3°, 4°, 5°

Měřený díl	Číslo operace	Druh měření	Četnost měření	Měřicí přístroj	Doba měření
3°, 4°, 5°	135	Kruhovitost, Rovnoběžnost	1/240	Roundscan 555	10 [min]
		Rz, Wt	1/10080		5 [min]
Čas celkem 15 [min]					

Příloha 4 – Ganttův diagram – Průměrný den na kruhoměrech



Příloha 5 – Ganttův diagram – Průměrný den na profiloměru



Příloha 6 – Rozvrh měření ve výrobě

Číslo dílu	Číslo operace	Počet kusů	Četnost měření	Čas měření	Délka měření
02T 311 103	5	1	10080 (ÚT)	12:00	10
	10b	4	10080 (PO)	10:00	12
	30a	1	10080 (ST)	11:30	30
	130b	1	10080 (PO)	0:15	6
		1	10080 (PO)	0:00	6
	130c	1	480	0:00	18
		1		0:15	18
		1		8:00	18
		1		8:15	18
		1		16:00	18
		1		16:15	18
	135	1	20160 (PO)	13:00	20
02T 311 205	5	1	10080 (ÚT)	12:15	10
	10c	4	10080 (PO)	7:00	7
	130	1	20160 (PO)	15:00	35
	130J	1	20160 (PO)	15:40	35
	135b	1	10080 (PO)	22:15	7
		1		23:00	7
	135a	1	240	22:15	16
		1		23:00	16
		1		2:30	16
		1		3:00	16
		1		6:30	16
		1		7:00	16
		1		10:30	16
		1		11:00	16
		1		14:30	16
		1		15:00	16
		1		18:30	16
		1		19:00	16
	135Jb	1	10080 (PO)	0:15	7
	135Ja	1	240	23:15	16
		1		3:15	16
		1		7:15	16
		1		11:15	16
		1		15:30	16
		1		19:15	16
	141Jb	1	10080 (PO)	0:45	6
	141a	1	480	0:45	12
		1		8:45	12
		1		16:45	12
02T 409 155	5, 10	3	10080 (PO)	8:00	20
02T 311 291 B	5b	4	10080 (PO)	11:45	7
	5c	4	1440	13:00	7

Příloha 6 – Rozvrh měření ve výrobě

Číslo dílu	Číslo operace	Počet kusů	Četnost měření	Čas měření	Délka měření
02T 311 251	50d	1	1440	6:30	5
		1		5:15	5
	130b	1	10080 (PO)	0:00	5
	130a	1	480	0:00	11
		1		8:15	11
		1		16:15	11
	130d	1	240	22:15	3
		1		2:30	3
		1		6:30	3
		1		10:30	3
		1		14:30	3
		1		18:30	3
	130c,e	1	480	22:15	5
		1		6:30	5
		1		14:30	5
02T 311 261	50d	1	1440	6:30	5
		1		5:15	5
	130b	1	10080 (PO)	0:00	5
	130a	1	480	0:00	11
		1		8:30	11
		1		16:30	11
	130Ab	1	10080 (PO)	0:00	5
	130Aa	1	480	0:00	11
		1		8:45	11
		1		16:45	11
	130d	1	240	22:15	3
		1		2:30	3
		1		6:30	3
		1		10:30	3
		1		14:30	3
		1		18:30	3
	130c, e	1	480	22:15	5
		1		6:30	5
		1		14:30	5
	130Ad	1	240	22:30	3
		1		2:45	3
		1		6:45	3
		1		10:45	3
		1		14:45	3
		1		18:45	3
	130Ac,e	1	480	22:30	5
		1		6:45	5
		1		14:45	5
02T 311 131	5a	1	480	4:15	8
		1		12:00	8
		1		20:15	8
	5b	1	10080 (PO)	5:00	5

Příloha 6 – Rozvrh měření ve výrobě

Číslo dílu	Číslo operace	Počet kusů	Četnost měření	Čas měření	Délka měření
02T 311 129	130a, b	1	480	23:30	7
		1		8:00	7
		1		16:00	7
	130Aa, b	1	480	23:30	7
		1		8:00	7
		1		16:00	7
	130c, d, f	1	10080 (PO)	22:15	5
	130e	1	240	22:15	11
		1		2:30	11
		1		6:30	11
		1		10:30	11
		1		14:30	11
		1		18:30	11
	130Ac, d, f	1	10080 (PO)	22:15	5
	130Ae	1	240	22:15	11
		1		2:30	11
		1		6:30	11
		1		10:30	11
		1		14:30	11
		1		18:30	11
02T 311 149	5a	1	480	4:15	8
		1		12:00	8
		1		20:15	8
	5b	1	10080 (PO)	5:00	5
02T 311 145	130a, b	1	480	0:00	7
		1		8:15	7
		1		16:15	7
	130c, d, f	1	10080 (PO)	22:15	5
	130e	1	240	22:15	11
		1		2:30	11
		1		6:30	11
		1		10:30	11
		1		14:30	11
		1		18:30	11
	130Aa, b	1	480	0:00	7
		1		8:15	7
		1		16:15	7
	130Ac, d, f	1	10080 (PO)	22:15	5
	130Ae	1	240	22:15	11
		1		2:30	11
		1		6:30	11
		1		10:30	11
		1		14:30	11
		1		18:30	11
02T 311 159	5a	1	480	4:15	8
		1		12:00	8
		1		20:15	8
	5b	1	10080 (PO)	5:00	5

Příloha 6 – Rozvrh měření ve výrobě

Číslo dílu	Číslo operace	Počet kusů	Četnost měření	Čas měření	Délka měření
02T 311 158	130a, b	1	480	0:20	7
		1		8:45	7
		1		16:45	7
	130c, d, f	1	10080 (PO)	22:30	5
	130e	1	240	22:15	11
		1		2:30	11
		1		6:30	11
		1		10:30	11
		1		14:30	11
		1		18:30	11
02T 311 285	5b	2	5040 (PO,ČT)	3:00	9
	5, 10	1	480	4:00	6
		1		12:00	6
		1		20:00	6
02T 311 351	5b	2	5040 (PO,ČT)	3:00	9
	5, 10	1	480	3:45	6
		1		11:45	6
		1		19:45	6
02T 311 361	5, 10	1	480	4:00	6
		1		12:00	6
		1		20:00	6
02T 311 531	5, 10	1	10080 (PO)	23:00	8
	65	1	10080 (PO)	23:15	30
02T 311 243A	5	2	240	23:00	4
		2		3:00	4
		2		7:15	4
		2		11:00	4
		2		15:15	4
		2		19:00	4
02T 311 244D	5	2	240	23:00	3
		2		3:15	3
		2		7:30	3
		2		11:00	3
		2		15:30	3
		2		19:15	3
02T 311 309D	5	2	240	23:15	3
		2		3:30	3
		2		7:45	3

Příloha 6 – Rozvrh měření ve výrobě

Číslo dílu	Číslo operace	Počet kusů	Četnost měření	Čas měření	Délka měření
		2		11:15	3
		2		15:30	3
		2		19:15	3
02T 311 255C	10	2	10080 (ÚT)	4:00	8
	20	1	10080 (ÚT)	10:30	20
		1		10:45	20
	30b	2	480	1:00	10
		2		9:30	10
		2		17:30	10
02T 311 315D	10	2	10080 (ÚT)	4:15	8
	20	1	10080 (ÚT)	11:15	30
		1		11:45	30
	30b	2	480	0:30	10
		2		9:00	10
		2		17:00	10

